行政院農業委員會農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute

ISBN：978-986-5440-28-2
GPN:4710801981

農業試驗所特刊 221 號

作物土壤管理與施肥技術

果樹與茶作篇

編輯/黃維廷．陳柱中
總編輯/黃維廷．李艷琪．郭鴻裕

行政院農業委員會農業試驗所 編印

作物土壤管理與施肥技術

果樹與茶作篇

編輯　黃維廷、陳柱中

總編輯　黃維廷、李艷琪、郭鴻裕

主　辦　單　位：行政院農業委員會農業試驗所
合作撰寫單位：行政院農業委員會農業試驗所
行政院農業委員會桃園區農業改良場
行政院農業委員會苗栗區農業改良場
行政院農業委員會臺中區農業改良場
行政院農業委員會臺南區農業改良場
行政院農業委員會高雄區農業改良場
行政院農業委員會臺東區農業改良場
行政院農業委員會花蓮區農業改良場
行政院農業委員會茶業改良場
財團法人台灣香蕉研究所

行政院農業委員會農業試驗所　編印

中華民國 一〇八 年 十一 月

序

作物施肥手冊自1972年編印出版，歷經1975，1983、1987、2005等年度修訂再版，已10餘年。近年推動合理化施肥與田間調查過程，發現推薦施肥量與農友實際施肥量產生差距，且與品質密切相關之次要與微量要素之土壤管理，很少著墨，以至於農友參考使用與閱讀率低。

以往作物施肥推薦量缺乏考慮不同土壤類型、灌溉排水情形、氣候及栽培管理模式等相關因子，使推薦施肥量無法依照肥料回收率或施肥效率之合理估算，造成各作物在施肥僅單一推薦量，但套用在全台不同環境下則產生不合理情況。為使作物施肥推薦更加廣為農民參考，擬應用土壤資訊系統之各項資訊(如不同縣市之土壤管理組圖、土壤pH、有機質....等)，配合氣候及管理模式，擬定因時、因地、因管理方式、作物不同之施肥推薦範圍，藉此充實作物施肥參考資訊庫。特集結本所與各試驗改良場所多年累積之土壤肥力、葉片分析、作物營養診斷與施肥推薦之研究成果，並介紹與討論在實際試驗推廣及應用診斷服務過程中，如何依照個別田間環境與土壤狀況所作之機動調整，以增加農友之實際應用性與採行性。

"作物土壤管理與施肥技術"，專書內容涵蓋水稻、蔬菜、果樹、茶葉與雜糧等數十種作物之栽培、土壤管理與施肥技術實務，其內容豐富，足可提供研究人員及農友參考應用。承蒙本所農業化學組郭組長鴻裕全力推動，邀集本所與各試驗改良場所研究人員共同撰寫，由該組黃維廷、江志峰、陳柱中及李艷琪助理研究員及桃園區農業改良場湯雪溶助理研究員編輯彙整，並經國立臺灣大學農業化學系鍾仁賜教授與國立中興大學土壤環境科學系陳仁炫教授費心審查與修正，得以出刊發行，在此一併致謝，並請各界不吝賜教。

行政院農業委員會農業試驗所

所長

謹誌

中華民國一〇八年 十 月 五 日

作物土壤管理與施肥技術
果樹與茶作篇
目　錄

通則

果園土壤採樣技術

臺南區農業改良場 黃瑞彰 1

果樹土壤管理與施肥原則概述

農業試驗所 黃維廷 陳柱中 7

第一章 柑桔

第一部分 中部縣市土壤性質與柑桔施肥推薦參考資訊

農業試驗所 黃維廷 陳柱中 17

第二部分 北部地區土壤性質與柑桔施肥推薦參考資訊

桃園區農業改良場 莊浚釗 52

第三部分 南部地區土壤性質與柑桔施肥推薦參考資訊

臺南區農業改良場 潘佳辰 79

第四部分 宜蘭及花蓮縣土壤性質與文旦施肥推薦資訊

花蓮區農業改良場 倪禮豐 徐仲禹 劉啟祥 89

第五部分 臺東地區臍橙施肥推薦資訊

臺東區農業改良場 黃文益 99

第二章 寄接梨(高接梨)

第一部分 中部縣市寄接梨土壤性質與施肥推薦參考資訊

農業試驗所 黃維廷 李艷琪 陳柱中 109

第二部分 北部地區寄接梨土壤性質與施肥推薦參考資訊

桃園區農業改良場 莊浚釗 138

第三章 鳳梨

第一部分 鳳梨土壤管理與施肥推薦參考資訊

農業試驗所 黃維廷 陳柱中 官青杉 郭鴻裕 145

第二部分 高屏地區鳳梨營養診斷與合理化施肥

高雄區農業改良場 林永鴻 173

第三部分 台南地區鳳梨營養診斷與合理化施肥

臺南區農業改良場 潘佳辰 183

第四章 芒果

南部地區芒果園土壤性質與施肥推薦與參考資訊

臺南區農業改良場 黃瑞彰 高雄區農業改良場 張耀聰 187

第五章 蓮霧

蓮霧營養診斷與肥培管理推薦資訊

高雄區農業改良場 林永鴻......209

第六章 棗子

棗肥培管理推薦資訊

高雄區農業改良場 林永鴻......223

第七章 香蕉

香蕉園土壤品質與施肥推薦

財團法人台灣香蕉研究所 蔣世超 張春梅 林佳宏......235

第八章 番荔枝

番荔枝園土壤性質與施肥推薦與參考資訊

台東區農業改良場 張繼中......257

第九章 木瓜

木瓜土壤管理與施肥推薦

高雄區農業改良場 張耀聰 臺南區農業改良場 潘佳辰......273

第十章 紅龍果

紅龍果合理化施肥

臺中區農業改良場 曾宥綋 臺南區農業改良場 潘佳辰 高雄區農業改良場 張雅菁......281

第十一章 番石榴

番石榴土壤管理與施肥技術

臺中區農業改良場 陳鴻堂 臺南區農業改良場 潘佳辰 高雄區農業改良場 蘇博信..293

第十二章 葡萄

葡萄果園土壤與施肥管理技術

臺中區農業改良場 賴文龍 曾宥綋 苗栗區農業改良場 吳添益 蔡正賢......327

茶作篇

第十三章 茶樹

茶園土壤品質及施肥推薦

茶業改良場 蘇彥碩 曹碧貴 蕭建興......351

通 則

果園土壤採樣技術

臺南區農業改良場 黃瑞彰

一、前言

土壤是供應植株養分的主要來源，土壤性質差異與栽培管理模式變遷，影響植物生理與對營養要素之吸收。營養要素缺乏或過量易造成植物生理障礙，影響生長發育及對環境之適應力，乃至對病蟲害之耐受性等。因此，進行分析栽培農作物的土壤，依據數據結果推薦施肥量，藉以補充該田區所缺乏之個別養分，以期作物養分均衡發展，達到農田土壤永續利用之目的。

科學且合理的作物施肥，應參考土壤肥力檢測與作物植體營養分析的結果，觀察作物生長發育的情況，作為施用量調整的依據。過去，多數農友習慣於憑藉直覺、經驗、植體外觀、農友間口授相傳，或肥料商之推荐來決定肥料施用的種類和施用量，在肥培管理的觀念與作法上並不科學且事倍功半，因施肥不當常衍生土壤品質與作物生產的問題。

「土壤速測」是以化學方法測定土壤中要素含量以供施肥推薦參考，在各農業試驗機關多年之研究下，已整理出能反映土壤肥力之分析方法，也將土壤肥力狀況分級，或訂出缺乏臨界值，供實際應用於施肥作業。土壤檢測結果的正確性決定於是否取得可反應土壤實質特性的代表性土壤樣本，因此，正確的土壤採樣概念和方法成為現代農民作好肥培管理前應具備的基本知識。

二、採樣方法

為求土壤樣本具田區代表性，採樣須依土壤採樣技術，方法如下：

(一) 採樣工具

包括銹鋼材質的土壤採樣器、圓鍬或鋤頭，樣本混合用的塑膠桶，盛裝樣本的塑膠袋或樣本紙袋，及簽字筆、記錄表等。

(二) 採樣時間：前作物採收後或後作物種植施肥前一個月 (每2- 3年進行一次即可)。

(三) 採樣深度

蔬菜或淺根作物可以只採取表土層0- 15 公分，而果樹或深根作物則分層取樣，0-20公分，20-40公分，40-60公分，＞60公分，或0-30公分，30-60公分，60-90公分，＞90公分。

(四) 採樣方法

1. 採樣位置

勿在**田埂**邊緣，堆廄肥或草堆放所，或菇舍、農舍、畜舍附近等特殊位置採取。循 U 字形路徑逢機採取土壤，以避免**邊際效應**而造成採樣誤差 (圖1)。果樹通常鄰近植株**樹冠直下**邊緣採樣 (圖2)。

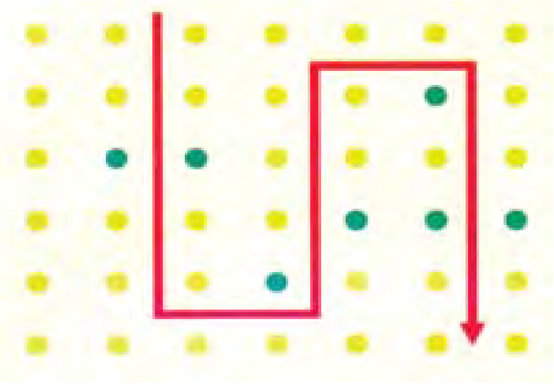


圖 1. 循 U 字形路徑逢機採取土壤

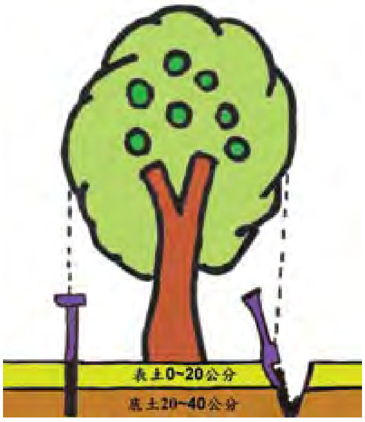


圖 2. 土壤採樣部位與深度，樹冠直下部位，依 0-20 公分與 20-40 公分，分層採土。

2. 採樣數目

依個別農戶擁有的農田為採樣單位，若同一農戶擁有數塊農田，緊靠一起，前作相同，施肥相同，收量相若，則可合併採取一個混合樣本，每個混合樣本依農田面積大小，採取小樣本的個數如下：

農田面積(分)	1- 2	3- 4	5- 6	7- 8	9- 10
小樣本個數	8	10	12	14	16

如果園的外觀如坡度、排水、土壤顏色、質地或栽培管理有明顯變異時，應依其差異範圍將果園劃分為一個以上的採樣區域，每一採樣區分別採取一個樣本進行分析。山坡地果園依此原則進行分區採樣的情形較普遍。

3. 採取方法

採樣點選好後，先撥開地表的雜草和有機質殘體，以採土器垂直插入土壤中至 15 公分深度，旋轉拔出後，以乾淨的螺絲起子或細長的物體將採土器內的土壤掏出倒入塑膠桶內 (圖3)。如係以圓鍬或鏟子採樣時，可以工具先掘出一深 15 公分的 V 形穴，以移植鏝沿穴的斜坡均勻採取厚約1.5 公分的土壤層移入塑膠桶內 (圖4)。

圖 3. 採土器垂直插入土壤

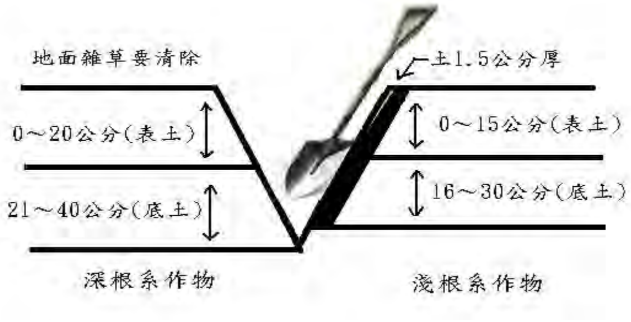


圖 4. 土壤採樣方法

4. 混合樣本

由前述每點所採土樣，稱為小樣本，每單位面積至少八點以上，將此等小樣本，置于塑膠盆或水桶中，充分混合均勻後稱為混合樣本，以四分法取約600公克至一公斤，裝於塑膠袋中。

5. 土壤標示

每一混合土樣，裝入乾淨的塑膠袋或樣本紙袋後封妥，袋外以簽字筆註明送件者姓名、地址、電話、作物種類 **(並填寫農民送檢樣品登記表如下表)**，儘可能加註農田地段及地號，超過一個樣本時記得加上編號。樣本儘速送農委會農業試驗所或各地區農業改良場進行檢驗分析，無法當天送達者請將土樣置於室內通風處陰乾，不可在太陽底下曝曬。

(1) 個別農戶送件請填寫下表：

行政院農業委員會○○區農業改良場

土壤及植體營養診斷農民送檢樣品登記表

申請日期	年　　月　　日	
申請人姓名或單位		
身分證字號		
聯絡電話		（傳真：　　　）
聯絡住址		（轄區外恕不接受）
E-mail		
採樣農地地段地號		
作物種類	前作物：	
	現作物（或預種作物）：	
補送實物標本方式	□郵寄　□自送　□現場採樣　□轉送	
檢　測　項　目		
□土　壤	□酸鹼度　□電導度　□有機質　□有效性磷 □有效性鉀　□有效性鈣　□有效性鎂	
□水　質	□酸鹼度　□電導度	
□葉　片	□氮　□磷　□鉀　□鈣　□鎂　□鋅　□銅 □鐵　□錳	
□介　質	□酸鹼度　□電導度	

1. 分析時間約需 2~3 週。
2. 分析報告請洽○○區農業改良場收件單位查詢

(2) 產銷班送件請填寫下表：

行政院農業委員會〇〇區農業改良場
土壤及植體營養診斷農民送檢樣品登記表

送件人	班　長：	聯絡電話：
	農會指導員：	聯絡電話：
	其　他：	聯絡電話：

班別：
作物：

農戶姓名	檢體名稱	土層	聯絡資料	農田資料
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：
		□表土 □底土	住址： 電話：	地段： 地號：

(3) 土壤肥力營養診斷分析流程

土壤肥力營養診斷分析流程
依土壤採樣方法採樣數點混合均勻之後，再取約600 公克 (一 台斤)土壤樣品。 ↓
寄(親)送至試驗改良場所實驗室，並繳交農民送檢樣品登記表，承辦人員簽收 ↓
經自然陰乾 (約1-2 星期) 或抽氣 (約2-3天)，再研磨及過篩處理後，才進行測定 ↓
分析酸鹼度、電導度值、有機質含量及土壤有效性養分含量等 ↓
寄送書面分析結果報告 (整個流程約需 2-3 週)

通 則

果樹土壤管理與施肥原則

農業試驗所　黃維廷　陳柱中

果園之肥培管理成效影響土壤肥力狀態或土壤養分有效性，所以***土壤性質***決定之土壤管理，此即為**土壤管理組應用**之極重要觀念。土壤管理具有多方面向的，包括土壤化學之土壤養分含量與土壤酸鹼值 pH，同時兼顧土壤物理與化學之土壤水分管理與土壤質地，兼顧土壤化學與土壤生態環境的微生物相之土壤有機質，因此，**土壤分析 (soil testing)** 與土壤資訊之**土壤管理組資料庫 (database)** 具有極重要參考決策價值。

土壤養分可供給植物生長必需元素之巨量元素：碳 (C)、氫 (H)、氧 (O)、氮 (N)、磷 (P)、硫 (S)、鉀 (K)、鈣 (Ca)、鎂 (Mg)、硫 (S)（植體內濃度通常以 g/kg 計），及微量元素：鐵 (Fe)、錳 (Mn)、銅 (Cu)、鋅 (Zn)、硼 (B)、鉬 (Mo)、氯 (Cl)、鎳 (Ni) 等（植體內濃度通常以 mg/kg 計）。另「有益元素」雖非植物生長所必需，但對特定作物生長有利。例如鈉 (Na) 為耐鹽作物調節細胞滲透；矽 (Si) 可增加水稻細胞壁功能並具抗病能力，鈷 (Co) 促成豆科作物的固氮作用。

因為作物收穫從土壤移走巨量元素之氮、磷、鉀，土壤一般僅需施肥補充供應氮、磷、鉀（N, P, K），稱為肥料三要素。至於次量與微量元素，僅需針對特殊土壤母質與特定作物需求，另額外供給與部分補充。土壤分析結果經常顯見土壤磷含量過高，乃因果園磷肥已充足且易被土壤膠體固定，而葉片植體分析結果顯示磷含量僅及氮與鉀之 1/15 至 1/20，果樹樹勢生育表現之葉片厚薄，面積大小，葉色深淺與枝條節間大小，主要受氮與鉀養分吸收比率之影響與調節，所以生育時期施肥宜有適度氮與鉀肥比率之調控，磷肥只要適量足夠即可，無需強調氮磷比率或磷鉀比率。

一、土壤水分管理

土壤水分管理影響提升肥料與水分利用效率，決定肥料用量與施肥頻率。只要溶氧量充足，水分愈多，作物生育愈旺盛（水分佔植體組成 80%以上）。在營養上，水分是營養要素（肥料）溶解及運移的必要溶劑，只有溶於水的營養要素才能為作物吸收利用。**果園灌溉方式**計有淹灌、噴灌和滴灌三種，其中淹灌因無需設備廣泛被採用，但水分利用效率最差，減少淹灌次數可節約灌溉用水。除了灌溉方式影響水分管理外，果園的雜草相也影響果園土壤水分管理，果園草生栽培之土壤水分含量均較裸地者高，亦即土壤保水力較佳，可延長灌溉時間，減少灌溉次數，達到省水及減少人工之目的。於豪大雨後果園最忌積水，避免土壤水分飽和時間過長影響根呼吸，果園實施草生栽培，草生土壤較裸地土壤易排除水分。

果園水分管理大致可分**無灌溉、有灌溉半乾溼與有灌溉表土恆溼**三種水分管理，前兩者為一般農友採行。**無灌溉管理**係看天下雨給水，生育時期土層 5-8 公分深的土壤水分含量經常僅約大雨後飽和水分含量之 30-50% (大約 10-17%之**土壤水/濕土比)** 或以下；定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土乾至剩 4-5 分濕程度以下。因土壤長期相當乾，為確保收量，肥料用量甚高，且需掘穴溝覆土，但施肥頻率少，追肥常利用雨後實施 (施肥量可調整約為基礎推薦量 1.5-3 倍)。

有灌溉半乾溼則於旱季、施肥前後與重要生育時期有相當程度之淹灌噴灌補充水分，生育時期土層 5-8 公分深的土壤水分含量經常約大雨後飽和水分含量之 50-60% (大約 17-22%之土壤水/濕土比) ；定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分溼，日晒與吸排水土壤約 5-7 分濕程度。因肥效已較乾式提高，肥料用量可酌減及省工撒施實施追肥 (施肥量大致為基礎推薦量或基礎推薦量 1-1.2 倍)。

裝設簡易噴灌管路設備進行溼式水分管理，以噴灌替代淹灌提升肥料與水分利用效率，避免浪費施肥與地下水污染

有灌溉表土恆溼水分管理係落實肥水精緻利用調控之管理，果園生產成績可達 85 分至 90 分以上遠超過前兩者 60-75 分之表現。裝設簡易噴灌管路設備乃果園經濟生產(提高水分與肥料利用效率) 必要之投資與硬體。優點利基為可藉水分溶解與運移肥料至根部之利，於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足果樹生育需求。並可藉操作供給水量與頻率，調節控制肥料與水分於有效營養根域土層 30 公分內即完成吸收利用，做到節制至無多餘肥與水浪費，與有機會下滲污染地下水之精緻程度。表土恆溼水分管理必須**嚴格維持整個生育時期**表土 5-8 公分深的土層水分約為於大雨後飽和水分含量之 80-90%以上 (大約 22-30%之土壤水/濕土比) ；定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土壤**仍**有 8-9 分濕程度以上。所以施肥頻率高且肥料可撒施省工，於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足果樹生育需求 (施肥量可調整約為基礎推薦量之 1/2-3/4 倍)。

根據農試所專家田間經驗，無灌溉、有灌溉半乾溼與有灌溉表土恆溼三種水分管理肥料用量比依序為 5-6：3：1，**有灌溉表土恆溼最省肥料**，三種水分管理之氮與鉀肥比率依序為 1：1、 1：2 及 1：6，**有灌溉表土恆溼最能發揮氮與鉀肥比率之生育表現**。

表一、三種水分管理方式與相對應之施肥量

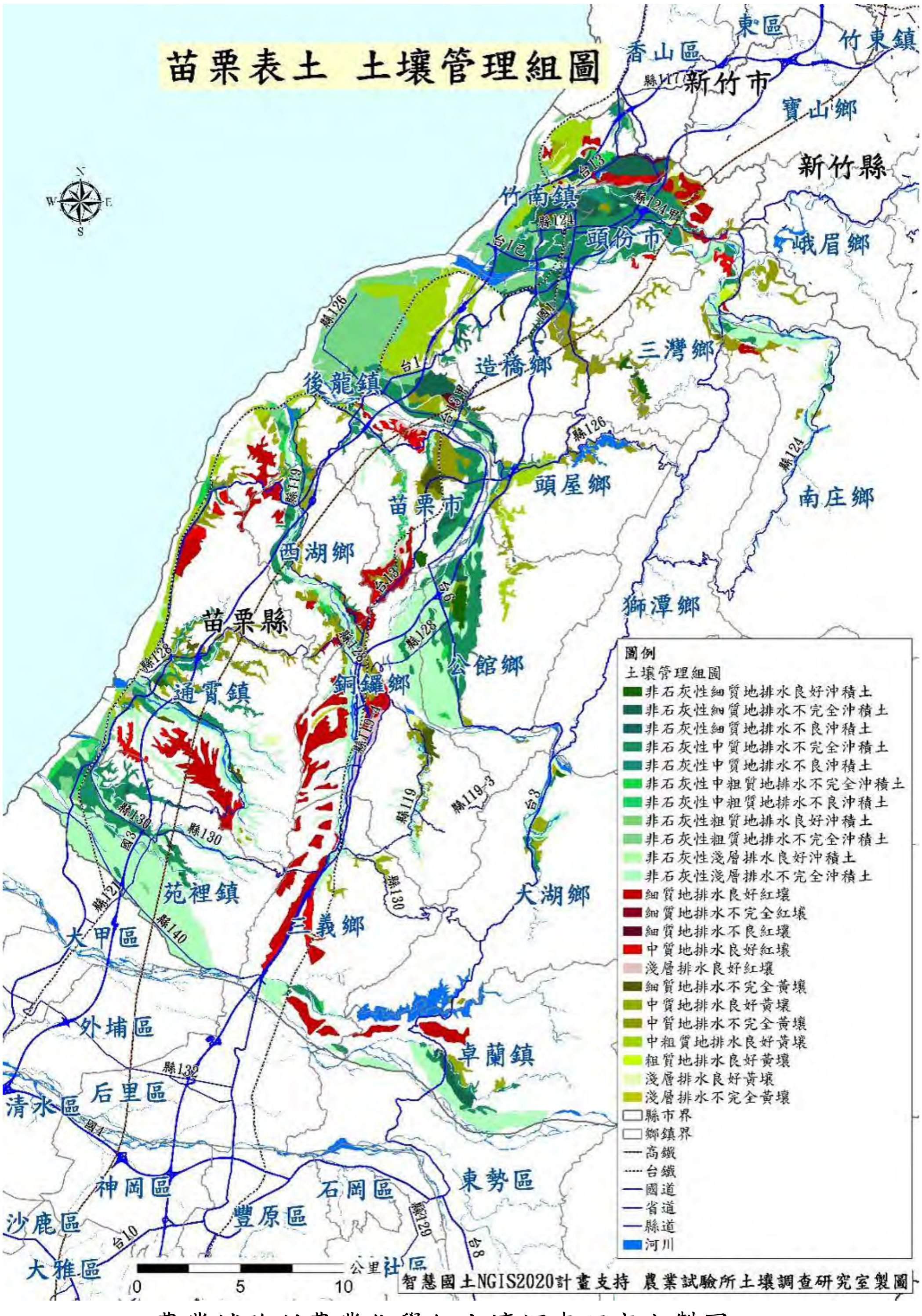
	無灌溉	有灌溉半乾溼	有灌溉表土恆溼
土層水分直觀描述	大雨後飽和水分含量之 30-50%	大雨後飽和水分含量之 50-60%	大雨後飽和水分含量之 80-90%以上
水分含量(濕基)[1]	10-17%	17-22%	22-30%
施肥量調整 [2]	1.5-3 倍	1-1.2 倍	1/2-3/4 倍

[1] 濕基水分含量：土壤水分重量/濕土重量

[2] 以舊版手冊或一般試驗場所推薦施肥量之基礎推薦量為 1，換算之比例

二、土壤質地管理

土壤管理組是參考土壤類別、剖面質地、土層厚度與排水等，利用與作物生產管理有關的因子，將土壤共同特性相近似或利用管理方法類似之土壤，歸併成為管理組。可參考利用農業試驗所土壤管理組圖圖資，其顯示果園田區位置之地形（低地平原，台地丘陵或高地等）、土壤質地及排水狀況（排水完全或不完全，排水良好與否等），可供灌排水管理及施肥量調整參考。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

不同粗細之土壤粒子(砂粒，坋粒及黏粒)在土壤中佔有的比率，稱為質地。大顆粒之砂粒含量多的土壤為砂 (粗) 質地，這種土壤容易耕犁，又被稱作輕質地。小顆粒之黏粒含量多的土壤為黏 (細) 質地，因其不容易耕犁，被稱為重質地。在果園的管理中，土壤質地影響肥料用量與水分管理。

土壤質地與肥料用量管理，粗質地保水保肥力較中細質地土壤差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失。

(一) 粗質地砂質壤土或石礫地果園酌增施肥量約 20-30%，調整為基礎推薦量 1.2-1.3 倍。

(二) 中細質地壤土施肥量大致為基礎推薦量。

(三) 細質地黏質壤土果園酌減基礎推薦量的 20-30%，調整為基礎推薦量 0.7-0.8 倍。如果是黏質土壤果園，因保肥力太強，施肥量反而需增加。

質地更影響灌水方管理式，以表土恆溼水分管理為例，若要達到經常維持表土 5-10 公分左右土壤 8-9 分濕潤，不同質地之土壤灌溉深度與灌溉頻率建議如下:

(一) 質地黏重之壤土、黏壤土、黏土或留草

水分移動慢，保肥性與保水性較佳；灌濕至 8-12 公分止，移動 (慢) 至 20 公分時養分約用盡，給水頻率 1 次/4-5 天或 1 次/週。

(二) 輕質地砂質土、砂壤土或無草

水分移動快，保肥性與保水性較差；灌濕至 5-8 公分止，移動 (快) 至 20 公分時養分約用盡，給水頻率 1 次/2-3 天或 2 次/週。

三、大量要素氮-磷-鉀之養分管理

(一) 三要素推薦量與實際施肥商品肥料量之換算公式 (台東農改場張繼中)

三要素之施用量，可參考推薦用量計算個別要素之需求量，再依照肥料類型(單質或複合肥料)，計算各肥料的施用量，主要利用以下公式計算：

施肥用量 (公斤)＝要素量 (公斤)×（100/肥料的要素含量(%)）

以下以番荔枝為例，計算不同情境下之施用量計算。

例一：五年生番荔枝成年樹之氮、磷酐及氧化鉀推薦量分別為每株 750 公克、500 公克及 700 公克，假設一分地有 80 株番荔枝：

則氮總共為 750 公克 ×80 株 ＝60 公斤，

磷酐總共為 500 公克 ×80 株 ＝40 公斤，

氧化鉀總共為 700 公克 ×80 株 ＝56 公斤；

分別施用氮含量為 21%之硫酸銨、磷酐含量為 18%之過磷酸鈣、氧化鉀含量為 60%之氯化鉀，利用上述公式計算如下：

硫酸銨施肥用量＝60 ×（100/21）＝286 公斤，

過磷酸鈣施肥用量＝40×（100/18）＝222 公斤，

氯化鉀施肥用量＝56×（100/60）＝93 公斤。

例二：單質肥料用量的計算

合理化施肥三要素推薦量 240---200--960 公斤/公頃到底是幾包肥料呢？

尿素　240 ×（100/46）= 522 公斤≒13 包，
改用硫銨　240 ×（100/21）= 1143 公斤≒28 包，
過磷酸鈣　200 ×（100/18）=1111 公斤≒28 包，
氯化鉀　960 ×（100/60）=1600 公斤≒40 包，
改用硫酸鉀　960 ×（100/50）=1920 公斤≒48 包。

例三：複合搭配單質肥料用量的計算

合理化施肥氮 N--磷酐 P_2O_5--氧化鉀 K_2O　240---200--960 公斤/公頃到底是幾包肥料呢？

使用 5 號複合肥氮--磷酐--氧化鉀　16-8-12，
台肥 5 號 240 ×（100/16）= 1500 公斤≒37.5 包，
其中含有 1500 × 8/100 = 120 公斤磷酐 P_2O_5，
其中含有 1500 × 12/100 = 180 公斤氧化鉀 K_2O，
不足之磷酐 P_2O_5 以單質過磷酸鈣補充。
200 - 120= 80　80 ×（100/18）= 444 公斤≒11 包，
每分地：過磷酸鈣 11 ÷ 10≒1.1 包，
不足之氧化鉀 K_2O 以單質氯化鉀補充。
960 – 180 = 780　780 ×（100/60）=1300 公斤≒ 33 包，
每分地：氯化鉀 33 ÷ 10 ≒ 3.3 包。

(二) 配合生育時期與氣候調整

配合生育時期與氣候調整之肥培需要：1. 肥料量依據氣候、果樹各生育期、生育特性、肥力監控而給予不同比率氮鉀肥；2. 使用之肥料種類與搭配均單純與容易，例如複合 5 號(N-- P_2O_5-- K_2O 16-8-12)或 43 號(N-- P_2O_5-- K_2O 15-15-15)，氯化鉀及過磷酸鈣。3. 配合水分管理之撒施方法，不僅有機動之優勢，且施工操作較易與省工。

果粒欲大且風味濃厚具有高量甜酸度，不能只靠氮肥或者是某一種配方肥料。不同的每一生長階段，甚至不同的日照雨水溫度等天氣，氮和鉀需要調節適當的比例。例如：

採收後利用尚未落葉之葉片的光合作用，且大量供給磷與鉀肥於土壤，蓄積枝條養分，期翌年花芽飽滿，

萌芽始花後以簡易噴灌管路行有效根域水分管理，萌芽開花期需較高比率氮肥，生產足量之枝條與葉面積；

小果期需要很高的氮鉀比約 1:1-1.2，也需較高比率氮肥，以促進果實膨大，

中果期後至轉色採收漸漸要提高鉀肥，降低氮鉀比以提高品質風味，天氣炎熱，土壤內如果殘存氮不少(例如有機質肥料之氮還未分解釋放)，中果期後遇雨水恐怕大量吸收，致使徒長梢旺盛，而造成旺葉不旺果，枝條徒長等不利果實品質。

果樹各生育時期之施肥量範例如下：

採收後利用尚未落葉之葉片的光合作用，且大量供給磷與鉀於土壤，蓄積枝條養分，期翌年花芽飽滿。每分地施用過磷酸鈣一包、氯化鉀一包。從萌芽始花後開始提供氮與鉀，依照不同生育時期調整氮與鉀之比例，如下表所示：

	要素比例 N:K	每分地施用量
採收後		過磷酸鈣 1 包，氯化鉀 1 包
萌芽始花	一般氣候：1:1.5 - 1:1.7 冷涼或高山：1:1.2 暖熱或平地：1:2.0	43 號複肥(N- P_2O_5- K_2O 15-15-15) 1 包，搭配氯化鉀 一般氣候：8-10 公斤 冷涼或高山：5 公斤 暖熱或平地：15 公斤
小果期	1:1.2 - 1:1.5	43 號複肥 1 包，氯化鉀 5-8 公斤
中大果期	1:4 – 1:8	43 號複肥 20 公斤，氯化鉀 20-40 公斤
果熟期至採收前	1:10 – 1:14 (或以上，以兼顧品質與蓄積)	43 號 10-15 公斤，氯化鉀 40 公斤

氣候因子日照和溫度影響作物對營養要素的吸收及利用率。在高溫高日照下，作物對氮吸收及利用特別快，常出現新生枝葉繁茂而導致鈣的缺乏 (鈣在高溫、通氣不良的條件下，吸收率降低)、鉀的潛在性缺乏 (鉀量不充足時，在艷陽下易致全株葉片軟垂)。在低溫低日照時，作物生育速度較緩慢，此時，應施用較高濃度的氮及磷肥 (低溫時，磷被作物之吸收率大減)，以促進作物的生長。

天氣炎熱鉀肥比例要增加以平衡氮的吸收效率。

冬末初春枝葉生長期遇天氣涼冷，氮磷肥比例要稍為提高，彌補氣溫低較差的吸收效率。春夏遇大雨，隨時補充大雨水流失之肥分。

四、土壤酸鹼值pH，次量與微量元素營養管理

可參考利用農業試驗所土壤酸鹼值 pH 土壤管理組圖圖資：

顯示果園位置之土壤 pH 與土壤改良策略。

顯示果園位置之次量與微量元素營養管理推薦。

以柑桔為例，柑桔適宜生長在土壤 pH 值範圍 5.5-6.5，pH 雖然非果樹生產之關鍵限制因子，仍宜注意。pH 5.5 以下有鋁毒害之威脅，當果園土壤極端低 pH 4.0 以下有酸毒害之威脅，尤其處女地開墾種植前，需要施用石灰改良土壤。**果園施用石灰之困難與注意事項**

1. 成園果樹已經定植，會傷害營養根系，施用石灰必須與土壤全層翻拌混合均勻，執行上有實際之困難。除非種植前挖掘定植穴，才方便實施，石灰與土壤全層翻拌混合。
2. 果園施用石灰可利用土鑽於樹冠下打數個洞穴，將石灰與土壤混合後埋入，或將石灰加水配成漿狀灌入。第二年再打數個樹冠下不同位置的洞穴，埋入石灰資材，並且灌水。
3. 種植穴內石灰與土壤全層翻拌混合後需灌溉等候半個月至一個月。使石灰的強鹼性鹽基與土壤反應後，才能定植以免傷害根系。
4. 複合化肥或銨態氮肥容易與石灰資材產生氨氣而傷根，不可同時而需間隔 0.5-1 個

月時間施用。每公頃至多施用石灰三公頃左右。

5. 因為 15 公分土壤土層提高 1.0 單位，pH 5.0 至 6.0 需施用苦土石灰 5 噸/公頃以上，資材與翻拌施工成本極高。值得考量。

果園酸性土壤 pH 4.5-5.0 甚至 4.0 以下，土壤交換性鈣與鎂含量不足，分別為 300-800 mg/kg 及 40-50 mg/kg。**一般 pH 4.5-5.0 可能存在鎂、硼與鈣的缺乏，可以施肥策略預防矯正，而不一定需要施石灰改良土壤。**另外實施草生栽培覆蓋與敷蓋，極有助於維護土壤 pH 之穩定而避免與減輕土壤酸化。

蜜棗、葡萄與柑桔等對鎂敏感 (影響品質) 需求量大，一般果樹如寄接梨仍需補充預防性施肥改善缺鎂，施用硫酸鎂 ($MgSO_4$) 優於苦土石灰。$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 含有 18% MgO，苦土石灰則有 18-20% MgO，但苦土石灰溶解度低，硫酸鎂為水溶性，所需水量少。配合噴水管路 3-4 噸/公頃 $MgSO_4$ 效果約等同 9 噸/公頃苦土石灰。

1. 鎂肥之補充與預防

鎂缺乏通常在強酸性土壤 (例如紅壤) 及坡地土壤最為嚴重

土壤施用：硫酸鎂 25 公斤/ 0.1 公頃 (簡單方便)，

或葉面施肥：每 100 公斤水溶解硫酸鎂(平時補充)200-400(嚴重缺乏)公克，每 0.1 公頃噴施量約 100-150 公斤。連續 3-5 次。注意稀釋倍數，避免肥傷。

2. 缺硼改善方法

一般果樹較常發生之微量元素問題為硼，硼缺乏易有畸形果之產出， pH 值太高或太低之黏板岩沖積土或紅壤、粗質地砂土與石礫地，及氣候乾旱特殊或栽種需硼較多的植物時。

土壤施用硼酸或硼砂 3-5 公斤/ 0.1 公頃/年，較不易操作。

或葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸或硼砂 1,000 倍，考慮樹勢及株數每 0.1 公頃噴施量約 100-150 公斤。連續約 3-5 次。注意稀釋倍數，避免肥傷。

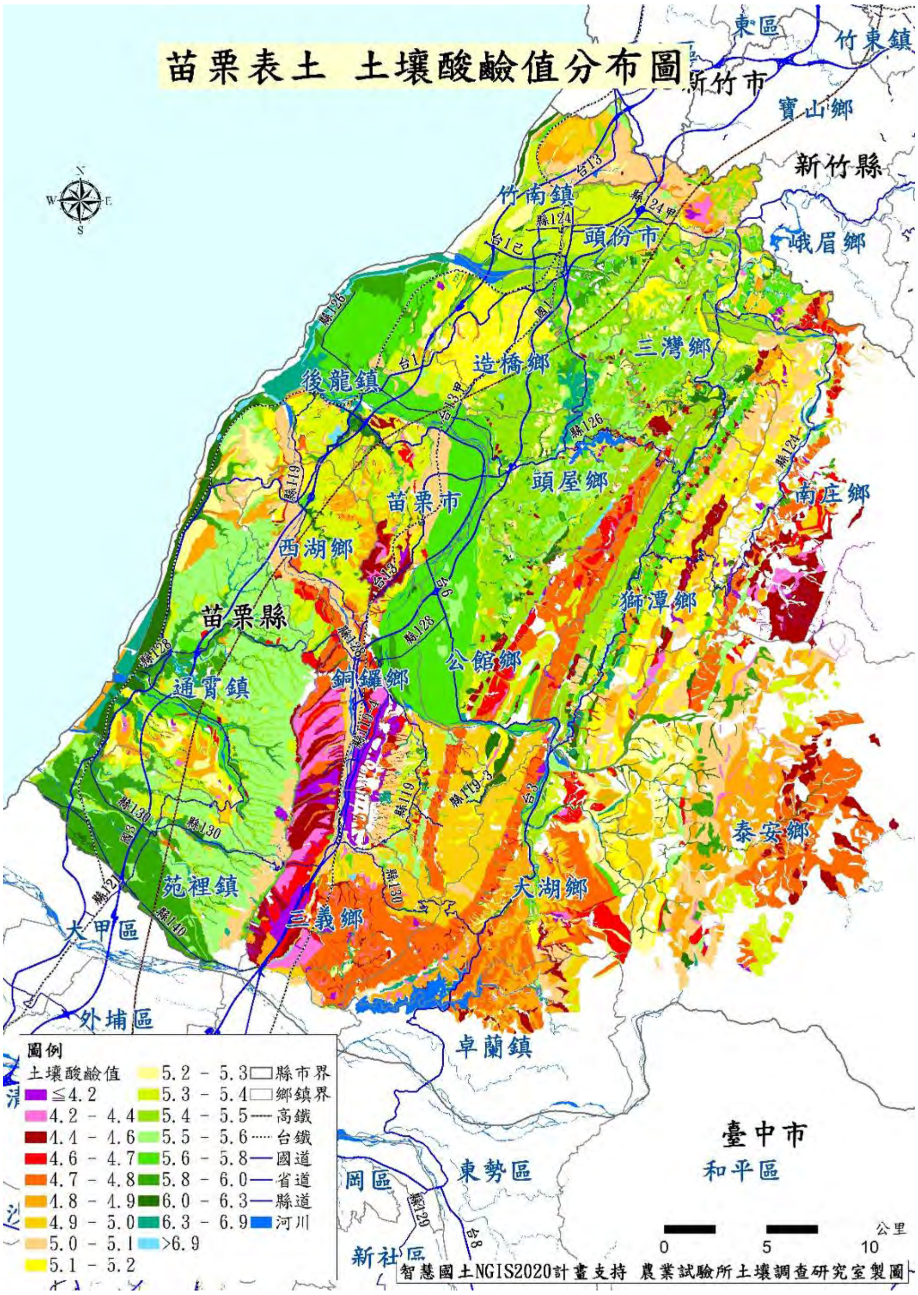
3. 缺鋅與缺鐵--易發生於 pH 值較高的石灰質土壤及西部鋅含量較低的土壤為嘉南、雲林、彰化的砂頁岩及黏板岩沖積土。一般果園均有使用鋅錳乃浦作殺菌劑，即使上述區域，除非鑑定缺鋅或缺鐵，亦不必補充鋅或鐵。

鋅與鐵之補充方式如下所述，(1) ***土壤澆施法***， 一噸水溶解 500 公克硫酸鋅加上 300-500 公克鉗合鐵 EDTA-Fe (因 EDTA-Fe 昂貴，如果沒有缺鐵不加鉗合鐵)，每株澆水量約 20--35 公升，2 次/週，連續約八次。(2) *葉面施肥法*：較便宜簡單但僅能補充鋅不能矯治缺鐵，每 100 公升水溶解硫酸鋅 100-300 公克，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公升。連續約三次。

4. 鈣肥補充--鈣肥補充預防果實爛尾，可增強寄接梨冷藏貯存性。

補充時機--開花前，結小果，果實肥大初期。

石灰與苦土因水溶效率差，鈣有效性差。氯化鈣水溶解性高，有效性高，速效性，但易因雨水洗流失。每 0.1 公頃 1-2 包 (25-50 公斤) 氯化鈣澆灌土壤 1-3 次，但成本較高 (25 元/公斤)。必要時亦可行葉面施肥或果實施肥。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

五、土壤有機質管理

可參考利用農業試驗所土壤有機質管理組圖圖資：

顯示果園田區位置土壤有機質管理改良策略的推薦

一般果園施行草生栽培，建議：

(一) 土壤有機質 10 g/kg 以下，及 10 g/kg 以上至 20 g/kg，基肥施用非粘類但含纖維質木質素及有機碳較高，即碳氮比 C/N 較高之有機質資材。

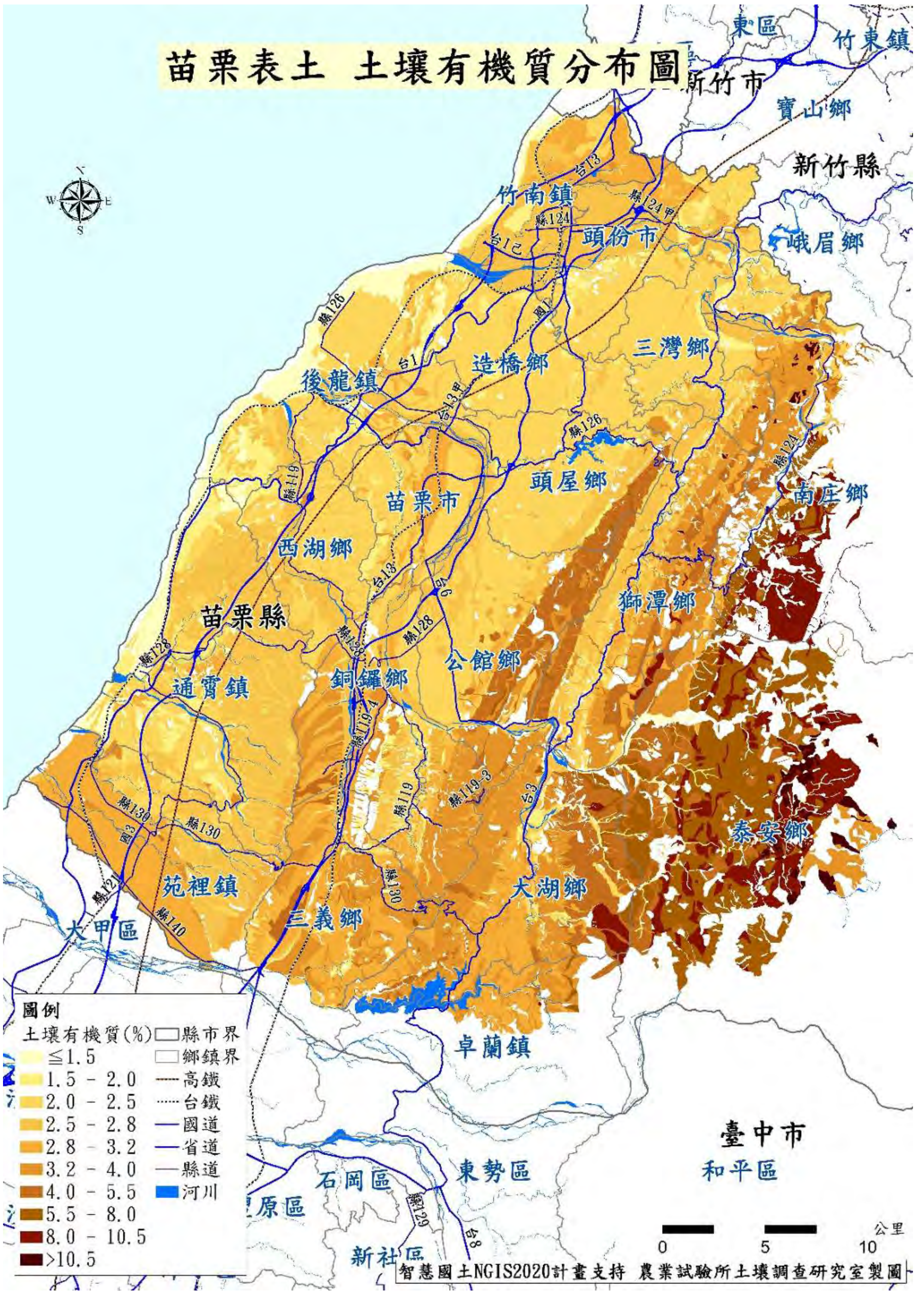
(二) 追肥施用有機複合肥。

(三) 土壤有機質 30 g/kg 以上可減少有機質肥料施用，可隔一至二年才施用一次。

土壤有機質含量 15 g/kg -30 g/kg 即可，10 g/kg 以下石礫地或極砂土，保水保肥很差，可施用氮素不高於 20 g/kg，非豆粕類但纖維質木質素及有機碳較高或 C/N 較高之有機質資材，或以有機複合肥料取代部分化學複合肥料，改善土壤理化性質。但是

10 g/kg 以下石礫地或極砂土藉由草生栽培覆蓋與水分與肥料藉管路少量多次的營養管理增加產量重於有機質添加之管理，因為每公頃 15 公分 表土，約二百萬公斤重增加 10 g/kg 土壤有機質含量，需要添加 20 噸以上有機材質。然而長遠計，有機質資材適度之添加，逐年改善土壤肥力與理化性質，仍是可選擇的上策。

維持適當之土壤有機質含量除大量施用有機材質外，實施草生栽培覆蓋與敷蓋，利用殘枝落葉或稻草或刈割之雜草等敷蓋樹冠下周圍，可減少水分的蒸發與適度維持土壤有機質含量。同時可收避免與打破土壤結皮之功效，結皮之現象為土表因裸耕或清耕不留草，復因大雨滴襲打及淹灌，細小坋粒 (silt) 漂浮淹塞土壤孔隙，形成表土結皮或硬皮阻礙肥料與水分於土壤之縱向的通透性。土壤有機質管理目的為改善土壤物理性質，增進肥料與水分於土壤之縱向的通透性，減少橫向流失。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

過度除草土壤裸露形成土壤結皮現象

實施草生栽培以覆蓋保護土壤

第一章　柑桔第一部分

中部縣市土壤性質與柑桔施肥推薦參考資訊

農業試驗所農業化學組　黃維廷 陳柱中

一、適宜栽植風土條件與品種介紹

(一) 氣候條件

柑橘類原產於熱帶與亞熱帶地區，適宜的生長發育環境條件包括溫度、濕度、日照、土壤等。柑橘生長的溫度範圍為 12-36℃，最適之生長溫度則為 24-34℃，溫度的變化宜配合柑橘生育週期，在秋冬季溫度宜低、並配合土壤乾燥，以抑制營養生長，才能生產高品質的柑橘果實，果實成熟期溫度低，才能使果實著色鮮艷。柑橘的耐寒性，以枳殼屬最強，依次為金柑、寬皮柑、橙類、葡萄柚、柚類、檸檬、枸橼、萊姆等。溫度高及日夜溫度差大之產區，柑橘較早熟且酸度較低，使果汁糖酸比高。反之，則成熟期較遲，且果汁含酸量較高。

日照多寡影響柑橘生長及果實品質，果實成熟期間日照充足、氣溫較低者品質較佳，尤其是椪柑。成熟期間氣溫較高的地區，宜較早採收，以避免浮皮與乾米。一般年日照時數在 2,000 小時以上，才能生產高品質之柑橘果實。

(二) 土壤條件

以土層深厚、土質疏鬆排水良好的砂質壤土或壤土，富含有機質 (30 g/kg 以上)，**土壤 pH 值在 5.5-6.5 之間**，以能均勻供應充足的各種營養要素，且沒有鹽害，電導度在 1 dS/m 以下，無有害物質及有害生物之土壤最佳。

柑橘類一般根系較弱，土壤病害發生亦普遍，因而對土壤性質與水分管理要求較高。就台灣的環境而言，應選擇地勢與土壤條件良好者。長時間的土壤乾燥，如無灌溉設施，常導致水分逆境而使提早落葉，影響開花結果，水分含量高地區病蟲害發生較多，乾燥地區則病蟲害發生較少。

(三) 栽植密度與目標或預期產量

小型的柑橘樹，如金柑、四季橘等，行株距可以縮小到 3 m × 3 m，每公頃可種植 1,000 株；中型的柑橘樹，行株距為 4 m × 5 m 或 4 m × 6 m 之間，每公頃種植 350 至 500 株；大型的柑橘樹，如文旦、白柚等，行株距至少需 6 m × 6 m，每公頃種植少於 260 株。

椪柑與桶柑產量估約 3,000-3,500 公斤/分地 (0.1 公頃)。

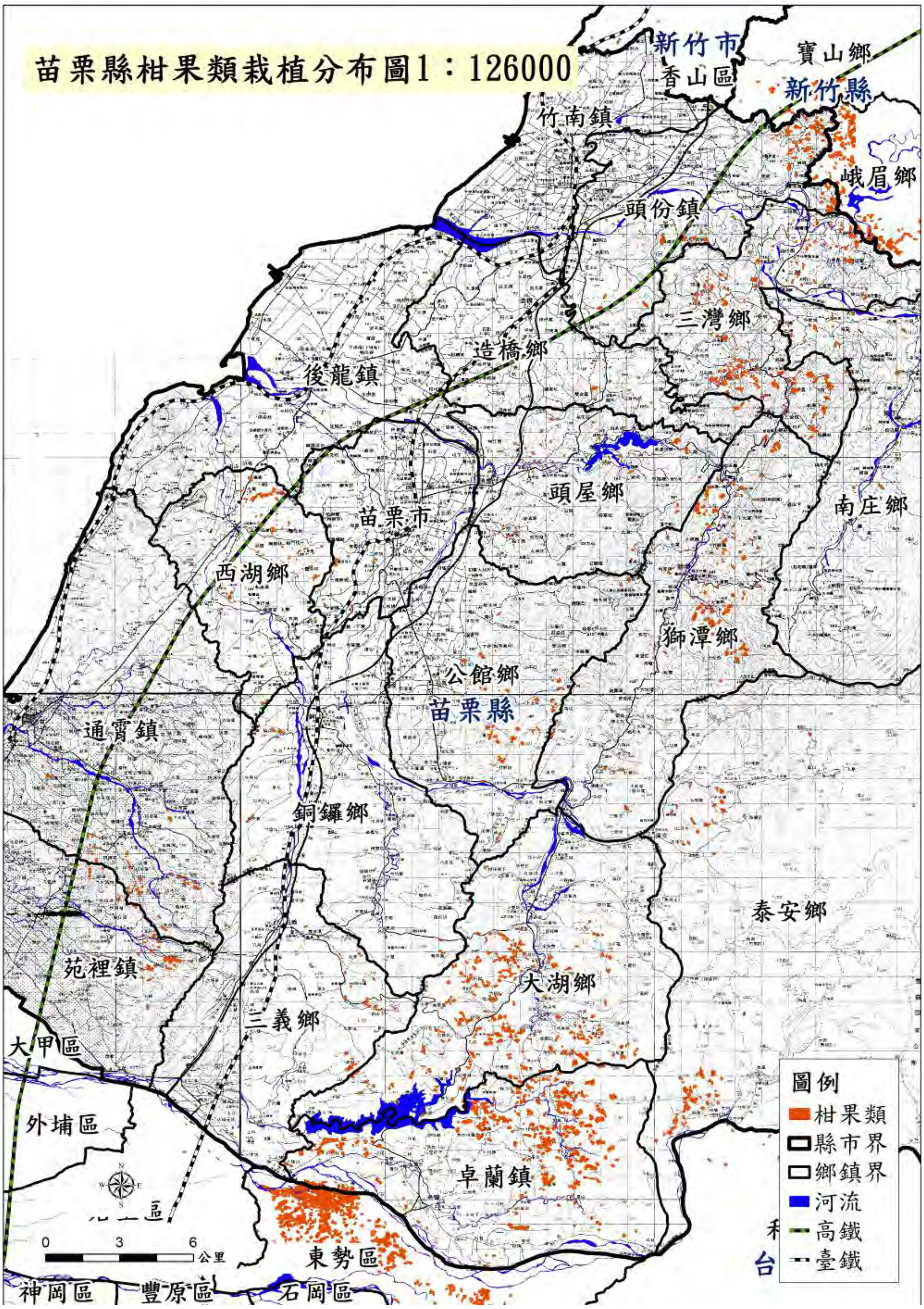
茂谷柑產量估約 4,000-4,500 公斤/分地(0.1 公頃)。

柳橙產量估約 6,000-6,600 公斤/分地 (0.1 公頃)。

(四)主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

農糧署民國 101 年農情報告，**苗栗縣**椪柑栽培面積為 811 公頃，桶柑栽培面積 630 公頃，柳橙栽培面積 6.4 公頃。農試所的苗栗縣柑果類分布圖顯示，苗栗縣的柑桔主要分布於大湖鄉、卓蘭鎮、獅潭鄉、三灣鄉與峨眉鄉；其中最具代表性生產鄉鎮為卓

蘭鎮，民國 101 年椪柑栽培面積為 464 公頃、為全縣的 57%，桶柑栽培面積 101 公頃、為全縣的 16%。卓蘭鎮的柑桔主要分布於西坪里、內灣里、坪林里與景山里等丘陵地區。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

台中市椪柑栽培面積 1,472 公頃、產量 30,844 公噸，桶柑栽培面積 481 公頃、產量 8,730 公噸，柳橙栽培面積 481 公頃、產量 382 公噸。農試所的柑桔分布圖顯示，台中市的柑桔主要分布於東勢區、石岡區、潭子區、豐原區與北屯區的丘陵。其中最

具代表的產區為東勢區，椪柑栽植面積為592公頃、佔全縣之40%，桶柑栽植面積為190公頃、佔全縣之40%，東勢區的柑桔主要分佈於石城以北的丘陵與吊神山附近之丘陵。

雲林縣的柑桔以柳橙與茂谷柑最為重要，兩者佔全國產量比例分別為43%與33%。根據農糧署民國101年農情報告，101年雲林縣椪柑栽培面積445公頃、產量15,430公噸，柳橙栽培面積1,533公頃、產量69,360公噸，其中最具代表性者為古坑鄉，椪柑栽培面積為435公頃、佔全縣的98%，柳橙栽培面積為995公頃、站全縣的65%。農試所的雲林縣古坑鄉柑果類栽植分布圖顯示，全鄉除了樟湖村之外，均有栽植柑桔。

嘉義縣以椪柑與柳橙最為重要，農糧署民國101年農情報告嘉義縣椪柑栽培面積1,939公頃、產量40,913公噸，柳橙栽培面積1,067公頃、產量22,668公噸。嘉義縣以竹崎與梅山為主要產地，竹崎鄉的椪柑栽培面積為785公頃、為全縣之40%，柳橙栽培面積為420公頃、為全縣之39%；梅山鄉的椪柑栽培面積為852公頃、為全縣之44%，柳橙栽培面積為129公頃、為全縣之12%，竹崎鄉與梅山鄉柑果類栽植分布圖顯示，兩鄉的柑桔主要分布於低海拔丘陵地區。

南投縣椪柑101年栽培面積64公頃、產量837公噸，桶柑栽培面積12公頃、產量133公噸，柳橙栽培面積514公頃、產量6,915公噸，從南投縣柑果類栽植分布圖得知，主要的栽培地區包括中寮鄉、國姓鄉與名間鄉；其中以中寮鄉最具有代表性，柳橙栽植面積占全縣75%，主要分布於崁頂村以北、龍岩村以南、和興村以西、中寮村以東等區域。

二、土壤分析與葉片分析營養診斷

(一) 土壤與葉片各種養分之生育功能與養分缺乏與過剩之營養障礙

1. 巨量元素

氮為影響作物生長之最重要之無機營養要素，構成蛋白質、胺基酸、核酸、葉綠素等化合物。氮缺乏，生長速率下降，植株矮小；缺乏時，葉綠素合成受抑制，葉片呈現淺綠至黃色，開花與結果減少，產量下降、提早落葉。台灣甚少因氮肥不足缺氮，但因線蟲危害表現缺氮之徵狀。氮肥施用過量則過度之營養生長，葉片呈深綠色，夏秋梢生長過多，亦造成產量下降與果實品質不良，總可溶性固體（與甜味有關）低，延遲轉色及果實之貯存期短。

磷與能量代謝有關，是核酸、核苷酸之組成分。成樹果園正常施肥時，甚少發生磷缺乏。柑橘若有定期施磷肥者，則施磷肥無法增加效益，即使是年輕之植株，在定期施磷肥之下，也是無需太多磷。磷肥施用過量，則可能造成鐵缺乏。

鉀之重要功能有維持細胞膨壓、促進酵素活化、促進光合產物之傳輸、促進蛋白質與脂肪之合成等。因此，鉀缺乏時，光合作用速率急速下降，影響生長，植株矮小。一般情況下，施肥造成植體氮鉀養分不平衡，會旺葉不旺果，即葉片雖大但厚度不足，不堅挺而軟垂，葡萄藤枝條節間徒長，果實乾米掉汁且果皮厚。施用過多的鉀，亦可能造成鎂缺乏。

鈣為細胞壁之組成分、具有維持細胞膜之正常功能、促進酵素活化等作用。柑桔

沒有缺鈣之問題，但鈣會影響寄接梨冷藏儲存之效果。

鎂為葉綠素之組成分、也是許多酵素的活化劑。鎂是葉綠素之組成分，缺乏時葉綠素無法合成，故呈現黃化。鎂在植物體內之移動性大，故缺乏時先在老葉出現黃化。黃化主要在葉緣或葉尖以及葉脈間。缺鎂主要出現在老葉或結果枝之下葉，年輕之葉片仍是綠色的。結果數量越多之枝條越容易發生鎂缺乏症，嚴重時導致完全落葉。缺鎂也導致果實品質下降：果實通常較小，降低可溶性固形物、酸度與維生素丙之含量。

鎂肥之補充與預防

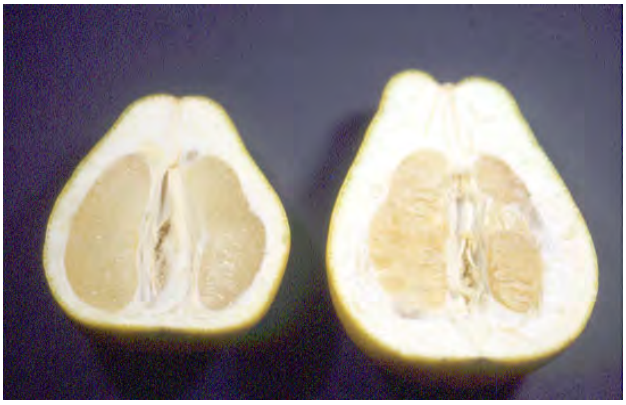
柑桔之缺鎂，容易於老葉出現葉脈間黃化之徵狀，必須進行補充。我國之鎂缺乏的情形，通常在強酸性土壤 (例如紅壤) 及坡地土壤最為嚴重，在前述地區栽種柑桔，亦可選擇預防性補充鎂，方法如下：

土壤施用，硫酸鎂 25 公斤/ 0.1 公頃，直接撒施土壤表面，或溶於噴灌系統與土壤澆灌，此方法簡單方便。或可選擇葉面施肥，每 100 公斤水溶解 200-400 公克硫酸鎂 (平時補充選擇 200 公克，嚴重缺乏選擇 400 公克)，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公斤，每一期作連續施用 3-5 次。注意稀釋倍數，避免肥傷。噴施時葉片正反面均要噴濕。

椪柑園受線蟲為害，植株呈現缺氮徵狀，葉片黃化、提早落葉、枝條數及葉片數均少、果實產量低。

椪柑植株氮過多，使夏秋梢旺盛全株葉色濃綠，影響果實收量及品質。

柳橙植株氮過多，使果實果皮增厚、糖度降低、轉色延遲、不耐貯藏。



柚子吊汁，氮鉀肥比率及水分管理不佳，果皮厚果肉乾缺汁。

中寮柳橙下位葉片缺鎂，葉片鎂濃度 1.6g/kg

2. 微量要素

(1) 個別要素之生理功能

鐵與葉綠素之形成有關、是酵素之活化劑、細胞色素之組成分等。鐵缺乏會影響綠素合成。植物體內之移動性小，故鐵缺乏症先發生在新葉上，呈現淡黃色至白色之外觀。

錳參與光合作用、為許多酵素之活化劑、參與氮的代謝。錳在植物體內之移動性小，錳缺乏徵候僅出現在幼葉，當土壤pH 值高於7.5 時，較易發生。錳缺乏導致葉片之脈間組織黃化淡綠，葉脈是綠色的；錳缺乏並不會造成葉片變小或性狀之變化，節間不會縮短。錳缺乏也不會造成枝條之特殊徵候出現。錳缺乏常與鋅缺乏共存，其特徵為：葉脈深綠色，其餘淡綠甚而黃化。錳缺乏之徵候常因嚴重之鋅或鐵缺乏而無法分辨。石灰質土壤果園常會同時出現多種元素缺乏症，有時候，會在同一棵樹上同時出現鐵、錳與鋅之缺乏症。植株暫時缺錳對生長或產量不會有大的影響，但是整年長期缺錳則應改善。葡萄柚對錳缺乏甚為敏感。

銅是許多含銅酵素之組成分、參與光合作用、亦與葉綠素之形成有關。銅缺乏常造成新葉生長點枯死。

鋅促進光合作用、參與生長素的合成、為許多酵素之組成分、參與蛋白質的合成。鋅在植物體內之移動性小，缺乏症先出現在新葉。鋅缺乏造成小葉叢生或細葉，中度缺鋅之為莖頂末端之新葉沿著中肋與主脈在淡黃色至白色下出現不規則之綠帶，黃色之比例則隨著鋅缺乏之程度增加而增加，嚴重時，僅在中肋基部是綠色的，年輕葉片變小與窄，枝條末端形成不均勻的簇狀小硬葉，節間縮短小枝條死亡及產生小而畸形之果實，產量低。

葡萄柚缺錳。

柳橙石灰施過量導致缺錳，老葉仍正常，但新葉葉脈間呈淡綠色，惟葉片形狀仍正常。

石灰質的土壤，因土壤pH缺乏鐵、錳、鋅三種要素。同一植株各個葉片的缺乏徵狀不盡相同，有的新葉缺鐵較明顯，全葉呈黃白、葉型變小；有的則呈缺錳或缺鋅的徵狀。

同一葡萄柚植株的葉片呈現不同程度錳、銅鋅缺乏的徵狀（圖左上為正常葉、右上為缺錳、左下缺鋅和錳、右下則同時缺錳、銅、鋅)。

柳橙缺鋅徵狀。

柳橙植株罹患立枯病，部分枝條也是呈現缺鋅徵狀。

柑桔黃龍病引致的缺鋅。

硼之功能主要為促進細胞壁之形成、糖之傳輸、維持細胞膜之正常功能、促進蛋白質與核酸之合成等。柑橘葉片之最適硼濃度為25-125 mg/kg；若葉片之硼含量低於20 mg/kg，可能會出現缺乏症，尤其是在乾旱季節之石灰質土壤。硼在植物體內之移動性小，缺乏最易受影響的部位為頂端下方、分裂中、代謝活性高的細胞。硼缺乏之徵候，包括花粉管發育不良，並影響授粉與著果。硼缺乏常導致果實畸形且硬如石頭，此種果實汁液含量低。也應避免硼施用過多而造成毒害。硼過多之毒害徵狀通常發生在老葉，顯現葉緣或葉尖燒焦狀或黃化；葉片可能有小的褐色斑點，嚴重時則葉片掉落或枯萎。

椪柑果實缺硼徵狀：果實畸形、皮厚、果肉堅硬無汁有如石頭 (張淑賢提供)。

椪柑因硼過量而呈毒害徵狀；老葉的葉尖和葉緣黃化，有時葉肉具褐色壞疽，嚴重落葉，甚至枯死。

(2)要素缺乏之診斷

要素缺乏之診斷以葉片之分析最為方便，再配合栽種區域特性、葉片徵狀進行判斷。

微量要素之葉片分析，錳、鋅、硼相當穩定，受部位與時期之影響小，此三個元素之分析值最具分析診斷意義。通常而言，鋅、硼低於 30 mg/kg 可能有缺乏反應，因此，鋅及硼含量宜在 30 mg/kg 以上。錳低於 50 mg/kg 可能有缺乏反應，錳含量在 50

mg/kg 以上大致不用補充。

鐵分析值常與現實樹體狀況差異大，分析值之診斷意義較錳、鋅、硼低，可以葉片外表徵狀為主、分析為輔以進行診斷判定。一般而言，葉片鐵分析值在 100 mg/kg 以上，應不用補充。

硼缺乏之區域，主為 pH 值太高或太低之東部縱谷的片岩石灰岩混合沖積土、紅壤、彰化及宜蘭的黏板岩沖積土等，此區域土壤有效硼含量較低。另外，粗質地砂土與石礫地，及氣候乾旱或栽種需硼較多的植物時，易有缺硼發生。

進行硼之預防性施肥，選擇土壤施用或葉面補充。土壤施用方式為表面撒施，每年施用硼酸或硼砂 3-5 公斤/ 0.1 公頃，但施用量少不易操作，實際操作時，應與砂預先混合，增加施用量體以提高撒施之均勻度。若有果園有適當之噴灌設施，以葉面施肥之方式補充，水硼稀釋 2,000 倍、硼酸或硼砂稀釋 1,000 倍，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公斤液體，開花前或小果期每次間隔 1-2 週連續補充約 3-5 次。

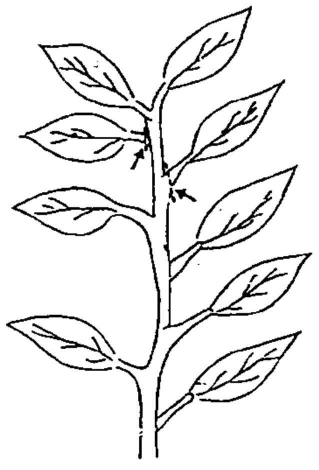
易發生**缺鋅與缺鐵之區域，主要為** pH 值較高的石灰質土壤及西部鋅含量較低的土壤如嘉南、雲林、彰化的砂頁岩及黏板岩沖積土。一般果園均有使用鋅錳乃浦作殺菌劑，即使上述區域，除非鑑定缺鋅或缺鐵，亦不必補充鋅或鐵。

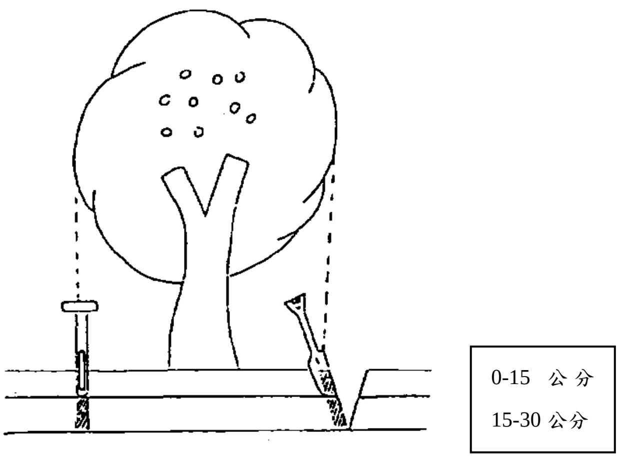
鋅與鐵之補充方式如下所述，(1) ***土壤澆施法***， 一噸水溶解 500 公克硫酸鋅加上 300-500 公克鉗合鐵 EDTA-Fe (因 EDTA-Fe 昂貴，如果沒有缺鐵不加鉗合鐵)，每株澆水量約 20--35 公升，2 次/週，連續約八次。(2) *葉面施肥法*：較便宜簡單但僅能補充鋅不能矯治缺鐵，每 100 公升水溶解硫酸鋅 100-300 公克，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公升。連續約三次。

(二) 柑桔之葉片與土壤採樣方法

柑桔之土壤採樣方法

1. 在樹冠外圍直下方採土。
2. 先將土表雜草拔除，然後以土鑽、鋤頭或圓鍬等工具依 0 - 15 公分，15 - 30 公分兩個深度分別採土，分盛於兩個容器(水桶或臉盆)內。
3. 全園視面積大小分散採取 8 - 12 處，都按採樣深度分別裝入這兩個容器內，再分別混合而成兩個樣品。
4. 每一樣品混合均勻後約留取 600 公克，分別裝入標有深度、姓名、及品種的塑膠袋內。送交農試所或各區域改良場進行分析。





左圖葉片採樣，採春梢無結果枝且為停止梢第三或第四葉。右圖土壤採樣部位與深度(於樹冠直下依 0-15，15-30 公分，分層採土)。

柑桔之葉片採樣方法

1. 採樣時間：八月下旬至九月上旬。
2. 採樣部位：採取當年生未結果枝的春梢，自頂端算起的第三或第四個葉片做為樣本，春梢的頂端還必須不長夏、秋梢和果實。
3. 每樹自東、西、南、北方位之肩高處各採一葉，共採四葉，循 U 字形路徑逢機選擇生長正常的植株採葉。全園視面積大小，採取 50 至 80 葉混合為一樣品。

三、土壤分析與葉片養分適宜參考範圍

1. 目前使用之土壤分析與葉片養分適宜參考範圍

目前使用之葉片分析標準如表 3 所表示。表中之參考值係為國外之文獻與田間之資料收集，修改與整理而得之，其資料如下所述。

葉片及土壤分析營養診斷之解釋與應用（黃維廷 2011）

土壤肥力檢測	pH	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	交換性鈉
		g/kg	------------------------ mg/kg			-------------------------	
參考值	**5.5-7.0**	**≧ 20**	**≧ 60**	**≧ 100**	**≧ 1000**	**≧ 100**	**＜100**

重金屬檢查	銅 Cu	鋅 Zn	鎘 Cd	鉻 Cr	鎳 Ni	鉛 Pb
	--		mg/kg		--	
參考值	**<20**	**<25**	**<0.4**	**<10**	**<10**	**<15**

土壤 pH 值為水土比 ＝1:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；交換性鉀、鈉、鈣、鎂以 1 M 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 M 鹽酸萃取。

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	-------------------------------------		g/kg		------------------------------------
柑桔參考值	**29-32**	**1.2-1.8**	**14-17**	**25-45**	**2.6-5**

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	------------------------------------		mg/kg		----------------------------------
柑桔參考值	**60-120**	**25-200**	**5-16**	**25-100**	**25-150**

2. 歷年柑桔之肥培試驗報告重點整理表

(1) 土壤及葉片營養診斷在果園與茶園施用改進之應用研討會
(農試所 連深 張淑賢 黃維廷，1988)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	--------------------------------------		g/kg		--------------------------------------
柑桔 柳橙	**29-31**	**1.2-1.8**	**14-17**	**25-45**	**2.6-5**
椪柑及桶柑	**30-32**	**1.2-1.8**	**14-17**	**25-45**	**2.6-5**

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	mg/kg				
柑桔 柳橙	60-120	25-200	5-16	25-100	25-150
椪柑及桶柑	60-120	25-200	5-16	25-100	25-150

(2) 柑桔、梨及蘋果果樹營養之研究(農試所 邱再發， 1976)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	%				
椪柑及桶柑	29-35	1.2-1.8	10-17	25-45	2.5-5

(3) 摘錄自 The citrus industry (Embleton, 1978)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	g/kg				
晚崙夏及臍橙	24-26	1.2-1.6	7-10.9	30-55	2.6-6

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	mg/kg				
晚崙夏及臍橙	60-120	25-200	5-16	25-100	31-100

(4) 作物養分需求及植體分析之分級標準彙集(陳仁炫摘錄自 Jones，1964)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	g/kg				
果實後方葉	22-35	1.2-5.0	12-30	11-40.0	3.0-5
非結果枝葉	24-26.9	1.2-1.6	7-10.9	15-25.9	2.6-6.9

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	mg/kg				
果實後方葉	60-150	25-200	6-100	25-200	25-100
非結果枝葉	60-120	25-200	5-16	25-100	30-100

(5) 果樹之營養診斷與施肥 (諶克終， 1975)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	g/kg				
溫州蜜柑	25-30	1.0-1.8	10-20	25-35	2.7-5.0

(6) Plant analysis an Interpretation Manual (D.J.Reuter, 1997)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	------------------	------------------	g/kg	------------------	------------------
柑桔參考值	24-26	1.2-1.6	7.0-15	30-60	2.6-6.0

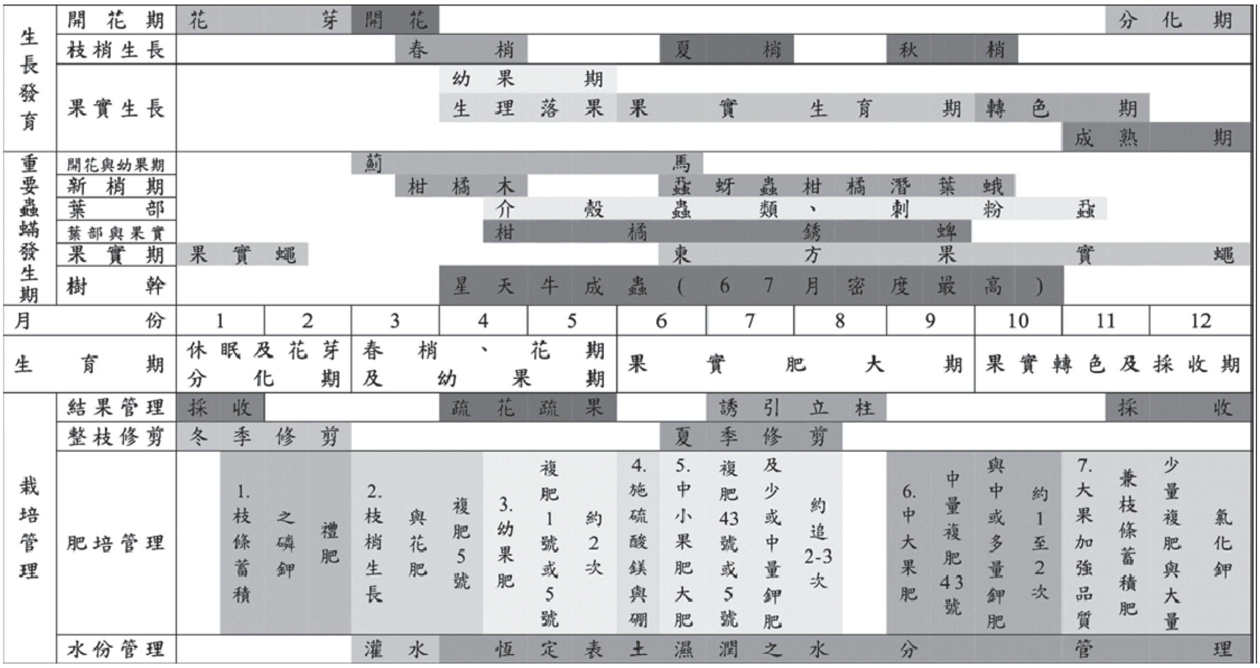
葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	------------------	------------------	mg/kg	------------------	------------------
柑桔參考值	61-120	25-80	6-10	25-80	31-100

四、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

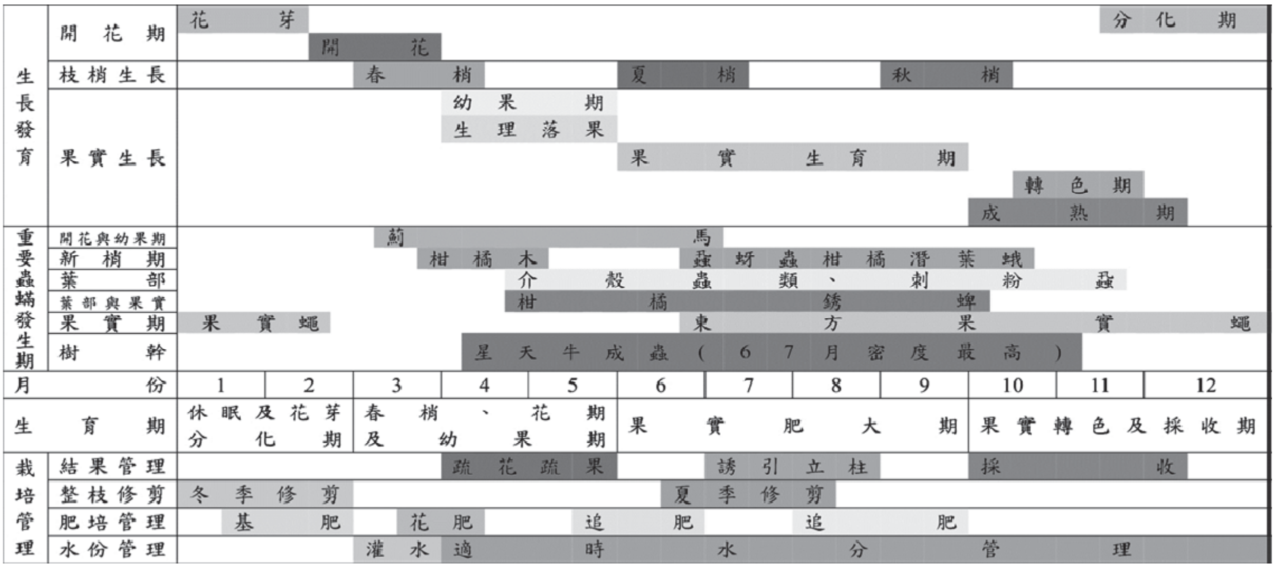
(一) 柑桔之栽培曆

以下分別為柳橙、椪柑與茂谷柑之栽培曆，包含生長發育期、重要蟲蟎發生期、生育期以及栽培管理作業，其中施肥管理詳見柑桔施肥管理與作物曆一圖。

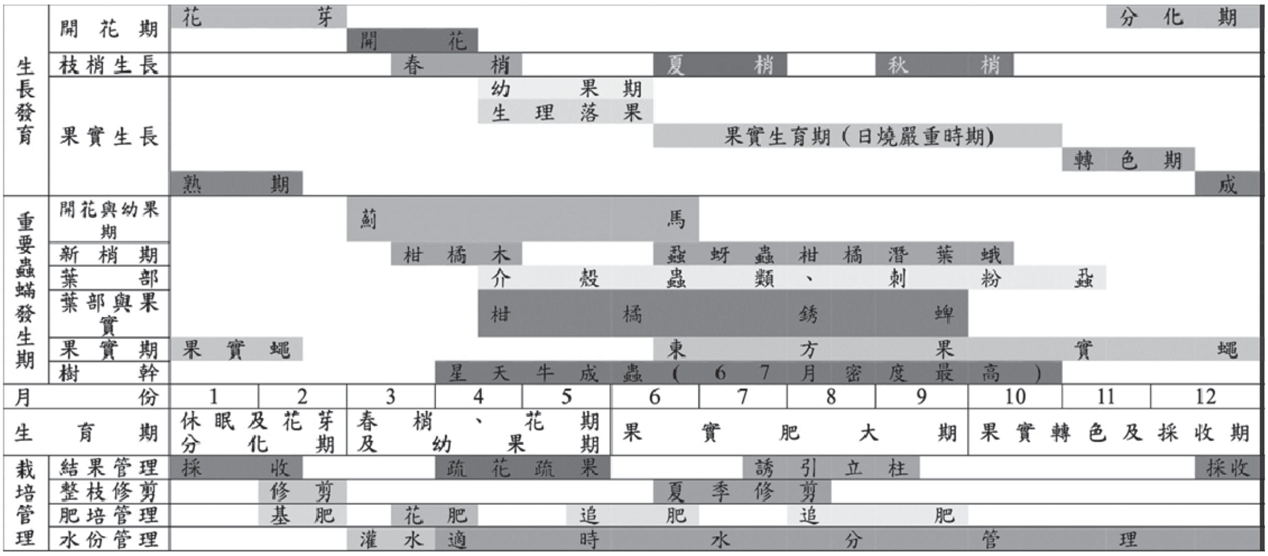
柳橙栽培曆及管理作業

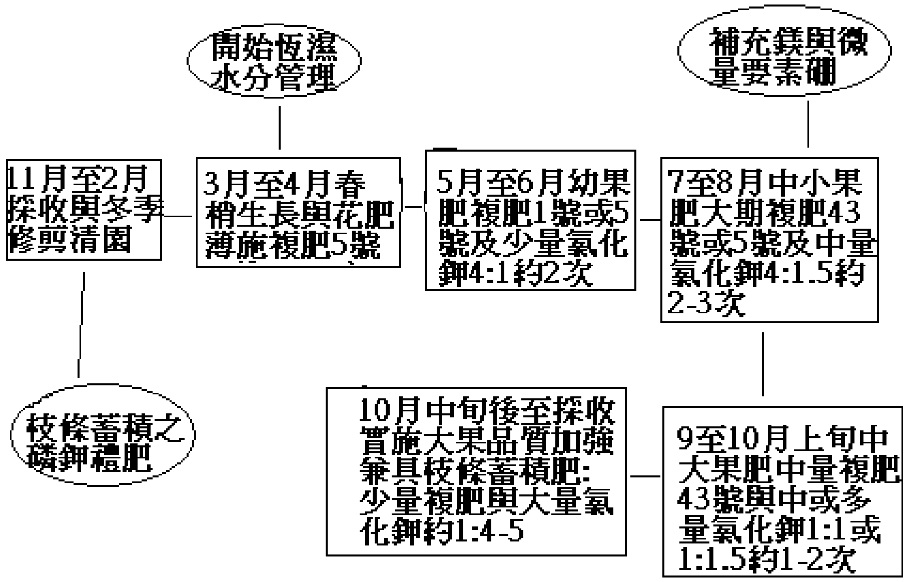


椪柑栽培曆及管理作業



茂谷柑栽培曆及管理作業





柑桔施肥管理與作物曆

(二) 柑桔基礎施肥推薦資訊 (目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦)

1. 施肥量之目標或預期產量

椪柑與桶柑產量估約 3,000-3,500 公斤/分地 (0.1 公頃)，
茂谷柑產量估約 4,000-4,500 公斤/分地 (0.1 公頃)，
柳橙產量估約 6,000-6,600 公斤/分地 (0.1 公頃)。

2. 施肥管理

柑桔每 0.1 公頃參考流程與氮和鉀的比例如下：

(1) 採收修剪後(11-2 月)

實施蓄積肥，蓄積足夠養分於枝條，不給氮肥，大量供給磷與鉀肥於土壤，蓄積枝條養分，期翌年花芽飽滿。

每分地過磷酸鈣一包 、 氯化鉀一包。

(2) 春梢開花期 (3、4 月) 氮鉀肥比率　N 1 : K= 1.7- 2.5

每分地 5 號〈冷涼〉或 43 號〈溫暖炎熱〉複肥 1 包 40 公斤。

氯化鉀　冷涼或高山 10 公斤， 溫暖炎熱或平地 20 公斤。

自開花期始整個生育期如果遇梅雨或豪大雨，雨後必須再撒施原來 1/3-1/2 量肥料回填補充最近一次之施肥。

(3)小果期 (4-5、6 月) 氮鉀肥比率　N 1 : K= 1.7- 2.5

每分地 每 1.5 個月 43 號複合肥料 1 包 40 公斤。

氯化鉀　冷涼 10 - 20 公斤 溫暖炎熱， 視冷涼至日漸溫暖調整

次數不一定，可能每月或一個半月一次。

(4) 中果期 (7-8 月) 氮鉀肥比率　N 1 : K= 2.5 - 4.0

每分地 43 號 40 公斤。

氯化鉀　20 公斤 - 40 公斤 (炎熱)。

視枝條缺鎂狀況〈枝條有 3 葉以上〉每分地 25 公斤硫酸鎂。

(5) 中大果期 (9-10 月上旬) 氮鉀肥比率　N 1 : K= 5 - 8

每分地 43 號　30 公斤 - 20 公斤 ， 炎熱則減施。

氯化鉀　40 公斤。

次數不一定，可能每月或一個半月一次。

(6) 果熟期至採收 (10 月中旬-1 月) 氮鉀肥比率　N 1 : K = 8 - 14

每分地　43 號 20 - 10 公斤。

氯化鉀 40 公斤。

兼顧品質與下期作的蓄積

3. 氣溫與肥料選擇

高溫即溫暖炎熱 28°-30°C 以上　43 號或 4 號複合肥料並加強鉀肥；

中溫即生長適溫 20^o-28^{o}C ***5 號複合肥料；***
低溫即冷涼 20^{o}C 以下 ***1 號複合肥料並加強氮磷肥。***

每分地施肥量合計，
過磷酸鈣 1 包，
43 號或 5 號複合肥料 5-6 包，
氯化鉀 4-5 包。 合計 N-- P_2O_5-- K_2O 公斤/0.1 公頃
32-38.4----20.2-26.4----100.8-124.8

三要素氮-磷酐-氧化鉀 320-384---200-264---1,000-1,250 公斤/公頃

4. 土壤水分與施肥推薦

基礎施肥推薦量與***土壤管理***需要依據各產地位置之***水分管理***與土壤性質 (***土壤管理組圖資訊***) 而加乘調整。

水分管理大致可分**無灌溉、有灌溉半乾溼與有灌溉表土恆溼**三種，前兩者為一般農友採行。

無灌溉管理係看天下雨給水，生育時期 5-8 公分表土層水分經常僅約大雨後飽和含水量之 30-50% (大約 10-17%之土壤水/濕土比) 或以下，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土乾至剩 4-5 分濕程度以下**。因土壤長期相當乾，為確保收量，肥料用量甚高，且需掘穴溝覆土，但施肥頻率少，追肥常利用雨後實施。

施肥量調整為基礎推薦量 1.5-3 倍。(基礎推薦量為舊版手冊或一般試驗場所推薦之三要素施肥量)

有灌溉半乾溼管理則於旱季、施肥前後與重要生育時期有相當程度之淹灌或噴灌補充水分，生育時期 5-8 公分表土層土壤水分經常約大雨後飽和含水量之 50-60% (大約 17-22%之土壤水/濕土比)，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分溼，日晒與吸排水土壤約 5-7 分濕程度**。因肥效已較乾式提高，肥料用量可酌減及省工撒施實施追肥。

施肥量大致為基礎推薦量或 1-1.2 倍。

有灌溉表土恆溼管理係落實肥水精緻利用調控之管理，裝設簡易噴灌管路設備乃果園經濟生產提與高肥與水效率必要之投資與硬體。溼式水分管理必須**嚴格維持整個生育時期**表土 5-8 公分土層水分於大雨後飽和含水量之 80-90%以上 (大約 22-30%之土壤水/濕土比)，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土壤仍有 8-9 分濕程度以上**。所以施肥頻率高且肥料可撒施省工，於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足果樹生育需求。

施肥量大致為基礎推薦量之 1/2-3/4 倍

5. 土壤管理組圖：

土壤管理組圖可提供地形、排水狀況、土壤質地等資訊，這些資訊皆是影響灌排水管理、施肥量調整以及灌溉量調整之重要參考依據。

(1)土壤管理組圖顯示果園田區位置之地形 (低地平原，台地丘陵或高地等) 及排水狀況 (排水完全或不完全，排水良好與否等)，可供灌排水管理及施肥量調整參考。

(2)**土壤質地管理與基礎施肥量調整**，粗質地土壤之保水保肥力比較中細質地者差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失。

A. 粗質地砂質壤土或石礫地果園總施肥量調整為基礎推薦量 1.2-1.3 倍。

B. 中細質地壤土施肥量大致為基礎推薦量。

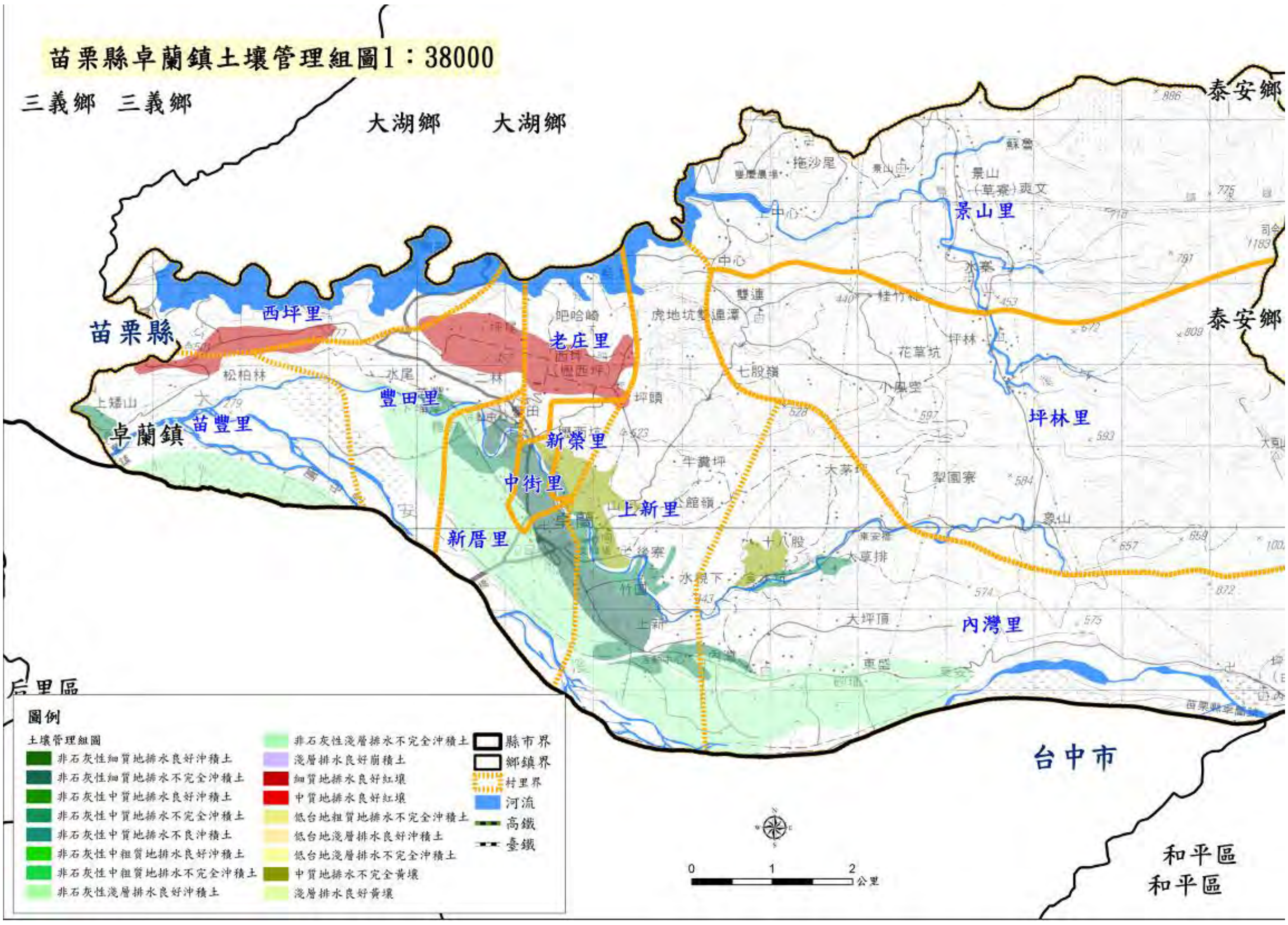
C. 細質地黏質壤土果園酌減基礎推薦量的 20-30%，調整為基礎推薦量 0.7-0.8 倍。如果是黏質土壤果園，因保肥力太強，施肥量反而需增加。

質地要看剖面是否有質地差異大之土層不連續情形。

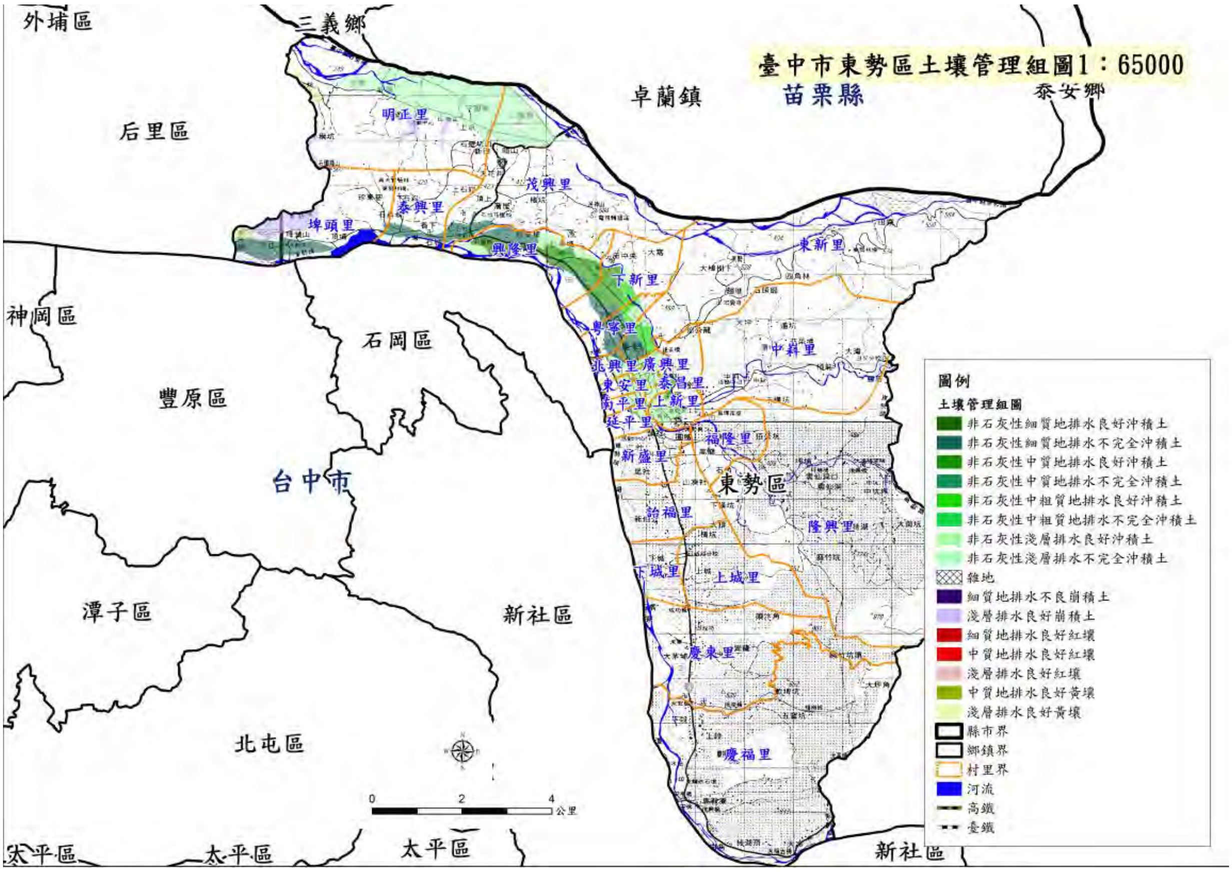
(3)**質地更影響灌水管理方式**，溼式管理經常維持表土 5-10 公分左右土壤 8-9 分濕潤，灌濕土層深度與灌溉頻率：

A. 質地黏重之壤土，黏壤土，黏土或留草(移動慢保肥與水較佳)
灌濕至 8-12 公分止，移動(慢)至 20 公分時養分約已用盡，給水頻率 1 次/4-5 天或 1 次/週。

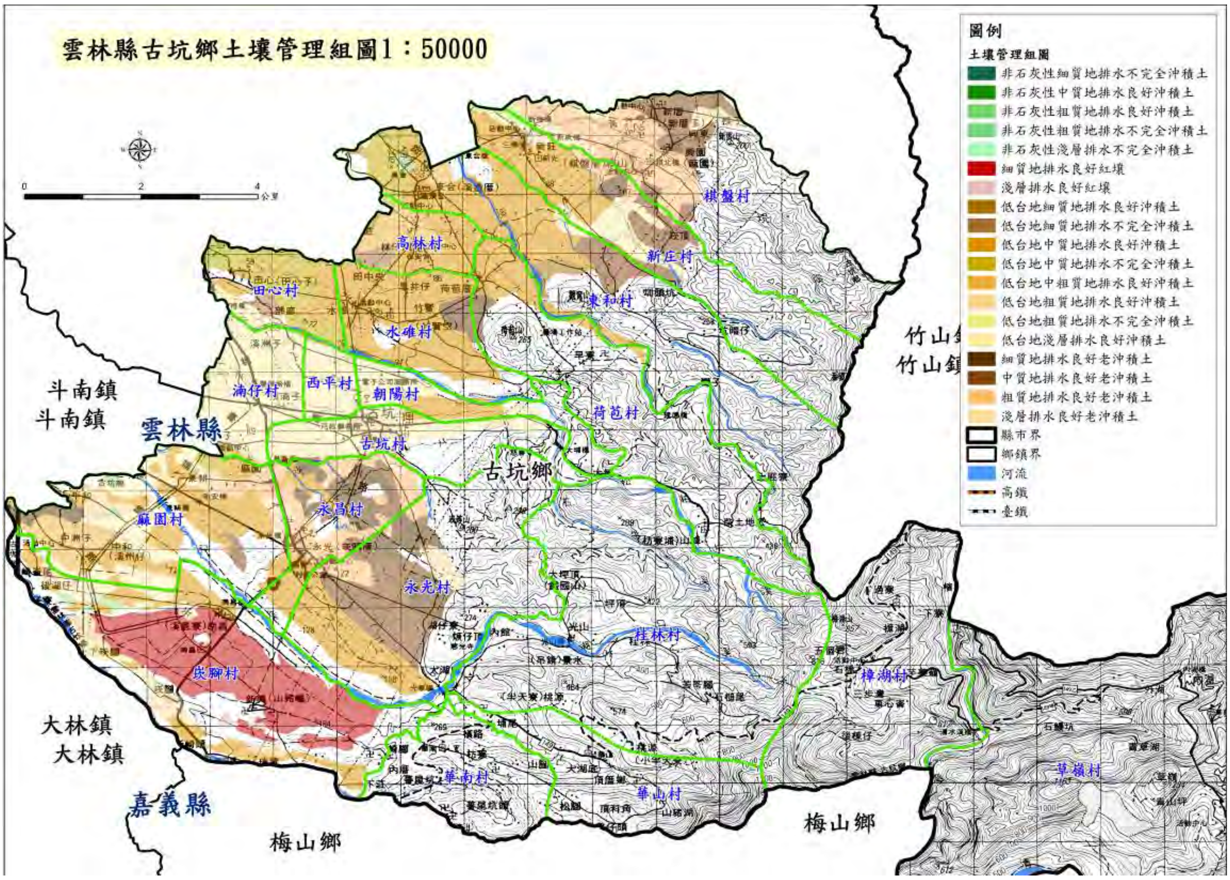
B. 輕質地砂質土，砂壤土或無草(移動快保肥與水較差)灌濕至 5-8 公分止，移動(快)至 20 公分時養分約已用盡，給水頻率 1 次/2-3 天或 2 次/週。



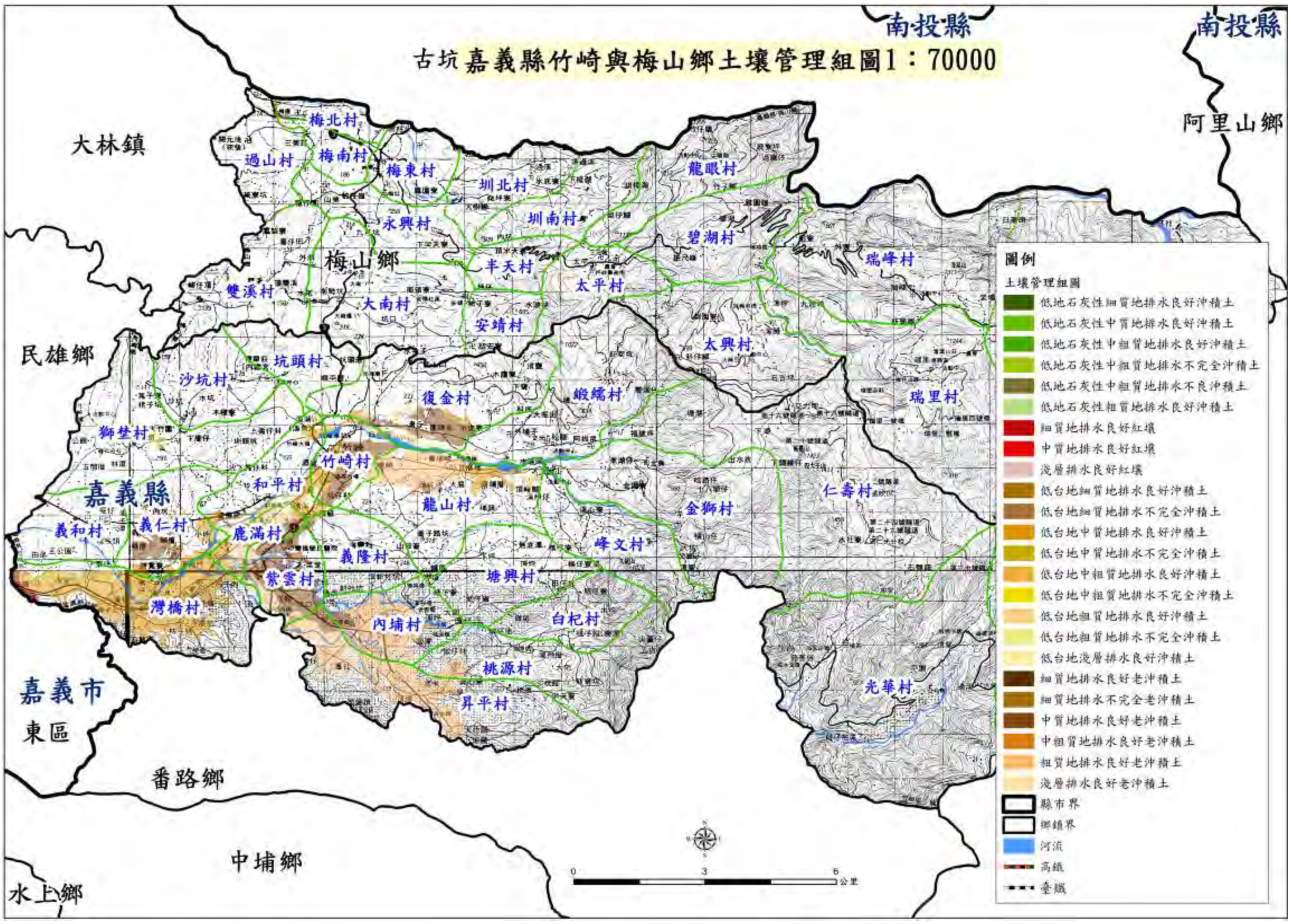
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



6. 土壤酸鹼值 pH 土壤管理組圖：

顯示果園位置之土壤 pH 與土壤改良策略：

顯示果園位置之次量與微量元素營養管理推薦：柑桔適宜生長在土壤 pH 值範圍 5.5-6.5，pH 雖然非果樹生產之關鍵限制因子，仍宜注意。pH 5.5 以下有鋁毒害之威脅，當果園土壤極端低 pH 4.0 以下有酸毒害之威脅，尤其處女地開墾種植前，需要施用石灰改良土壤。

(1)果園施用石灰之困難與注意事項

A. 成園果樹已經定植，會傷害營養根系，施用石灰必須與土壤全層翻拌混合均勻，執行上有實際之困難。除非種植前挖掘定植穴，才方便實施，石灰與土壤全層翻拌混合。

B. 果園施用石灰可利用土鑽於樹冠下打數個洞穴，將石灰與土壤混合後埋入，或將石灰加水配成漿狀灌入。第二年再打數個樹冠下不同位置的洞穴，埋入石灰資材，並且灌水。

C. 種植穴內石灰與土壤全層翻拌混合後需灌溉等候半個月至一個月。使石灰的強鹼性鹽基與土壤反應後，才能定植以免傷害根系。

D. 複合化肥或銨態氮肥容易與石灰資材產生氨氣而傷根，不可同時而需間隔 0.5-1 個月時間施用。每公頃至多施用石灰三公頃左右。

E. 因為 15 公分土壤土層提高 1.0 單位，pH 5.0 至 6.0 需施用苦土石灰 5 噸/公頃以上，資材與翻拌施工成本極高。值得考量。

(2)酸性土壤管理

果園酸性土壤 pH 4.5-5.0 甚至 4.0 以下，土壤交換性鈣與鎂含量甚不足，分別為 300-800 mg/kg 及 40-50 mg/kg。一般 pH4.5-5.0 可能鎂、硼、鈣缺乏，可以施肥策略預防矯正，而不一定需要施石灰改良土壤。另外，實施草生栽培覆蓋(covering)與敷蓋(mulching)，亦有助於維護土壤 pH 之穩定而避免與減輕土壤酸化。

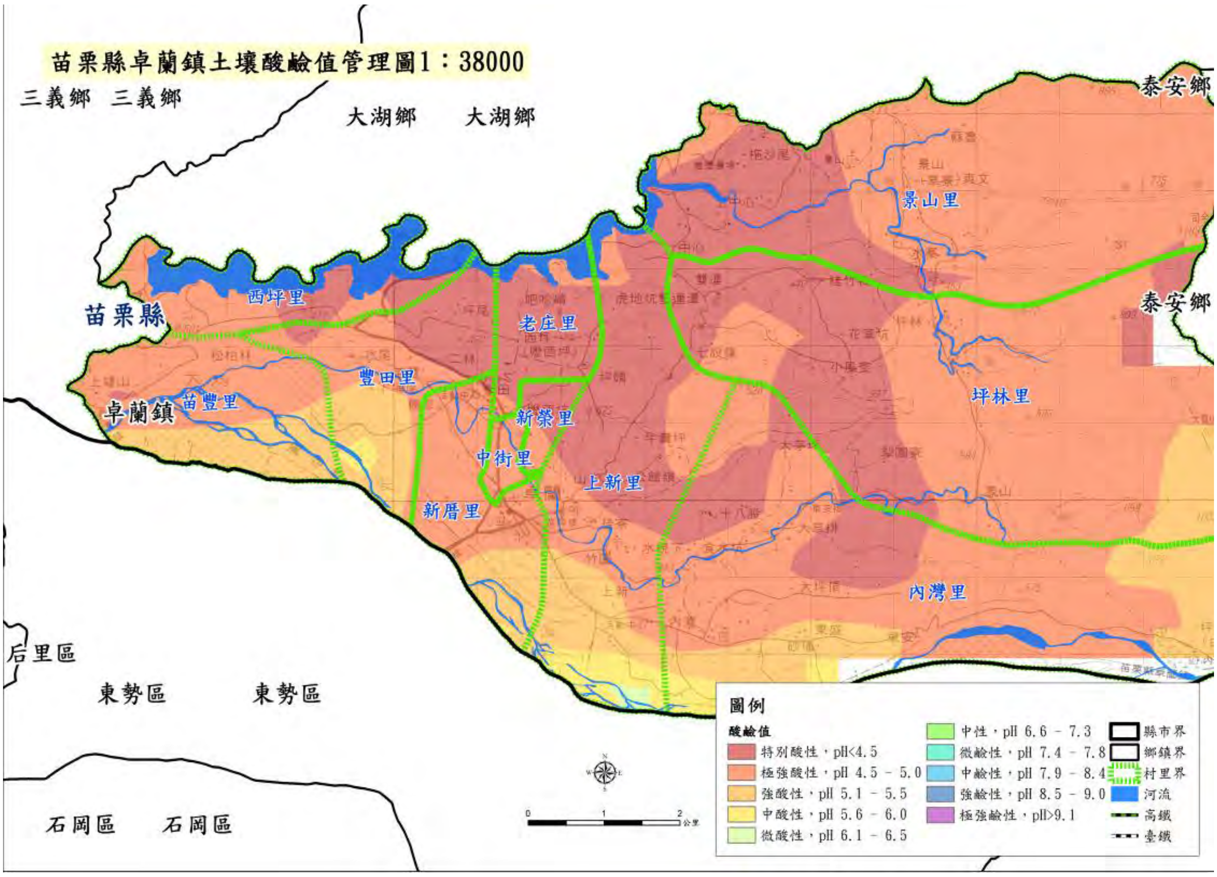
蜜棗、葡萄與柑桔等對鎂敏感 (影響品質) 需求量大，一般果樹如寄接梨仍需補充預防性施肥改善缺鎂，施用硫酸鎂優於苦土石灰。硫酸鎂含有 18% MgO，苦土石灰則有 18-20%，其 MgO 含量稍高。但苦土石灰溶解度低，硫酸鎂為水溶性，易溶出鎂，所需水量少。配合噴水管路 3-4 公噸/公頃硫酸鎂效果相當 9 公噸/公頃苦土石灰。

A. 鎂肥之補充與預防參考前述營養診斷章節。

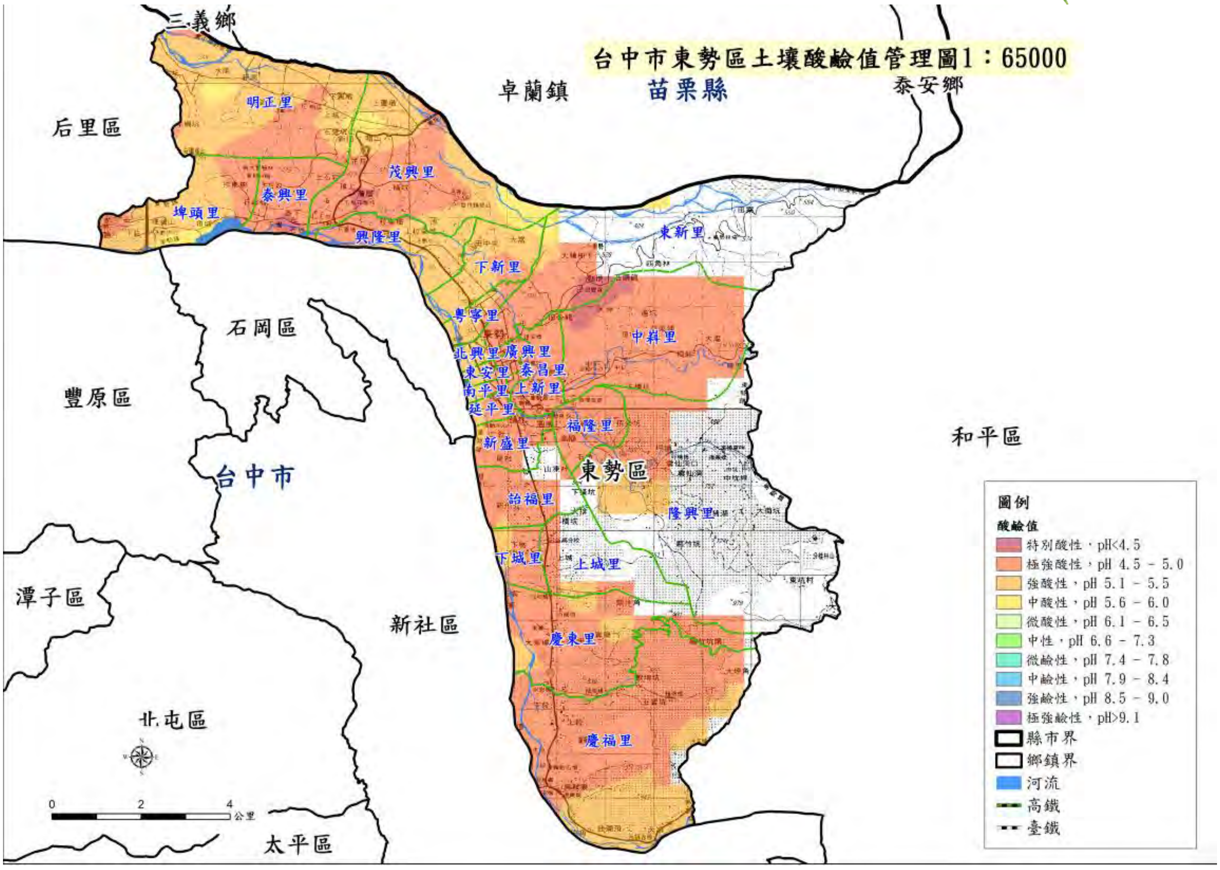
一般果樹較常發生之微量元素問題為硼，硼缺乏易有畸形果之發展，通常可發生於 pH 值太高或太低之黏板岩沖積土或紅壤，粗質地砂土與石礫地，及氣候乾旱特殊或栽種需硼較多的果樹時，易有缺硼發生。

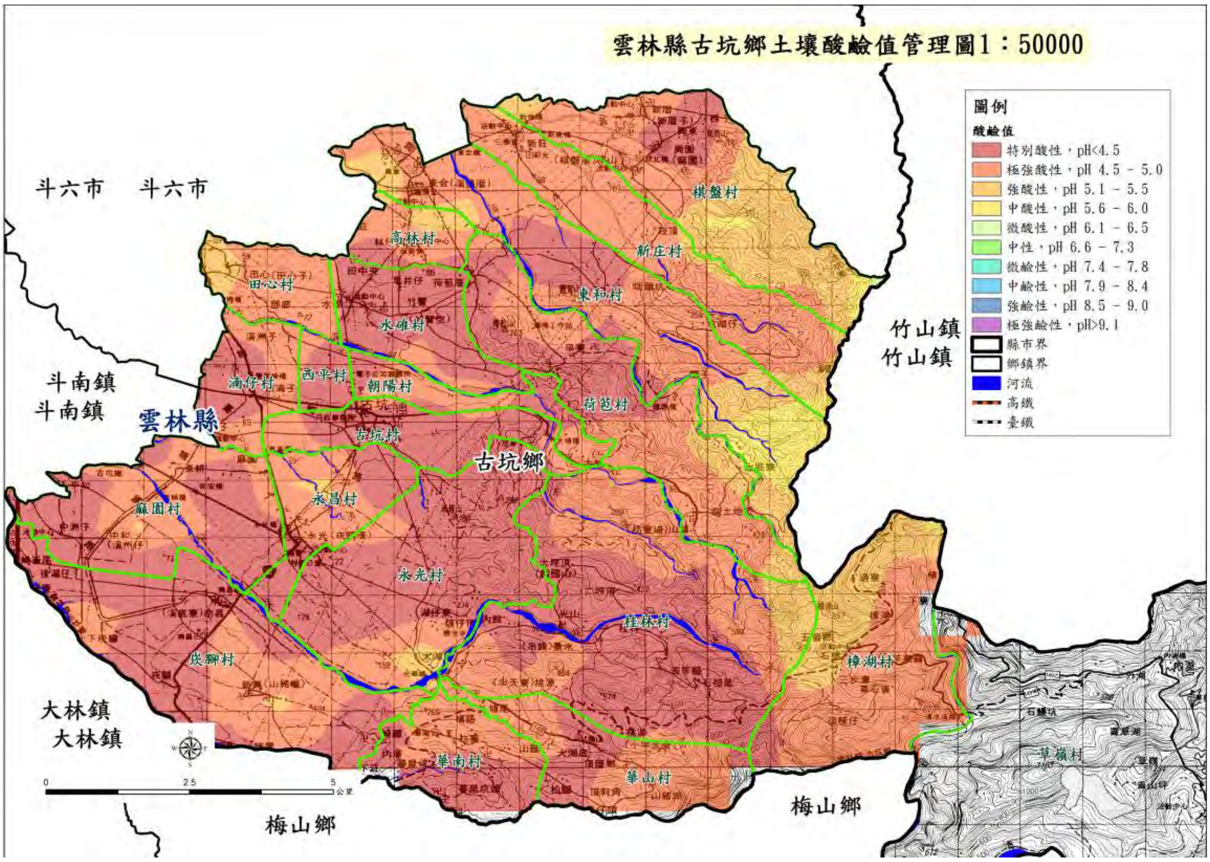
B. 缺硼改善方法參考前述營養診斷章節。

C. 缺鋅與缺鐵----易發生於 pH 值較高的石灰質土壤及西部鋅含量較低的土壤為嘉南、雲林、彰化的砂頁岩及黏板岩沖積土。**改善方法**參考前述營養診斷章節。

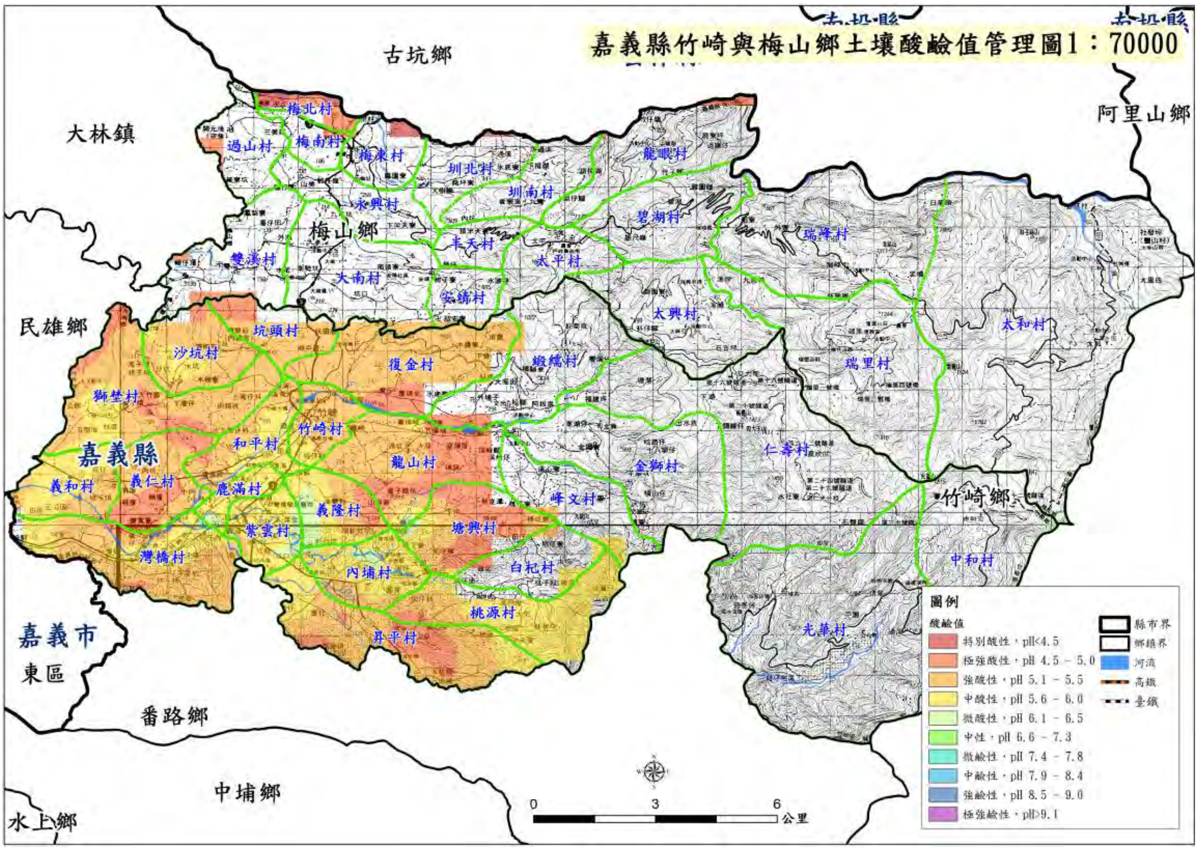


農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖





農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

D. 土壤有機質管理組圖：

顯示果園田區位置土壤有機質管理改良策略的推薦：

土壤有機質含量 15 g/kg -30 g/kg 足可，10 g/kg 以下石礫地或極砂土，保水保肥很差，可以施用氮不高於 20_g/kg，非豆粕類但纖維質，木質素及有機碳較高或 C/N 較高之有機資材，或以有機複合肥料取代部分化學複合肥料，改善土壤理化性質。但是 10 g/kg 以下石礫地或極砂土可藉由草生栽培覆蓋與水分與肥料藉管路少量多次的營養管理增加生質量重於有機質添加之管理，以增加土壤有機質。因為每公頃 15 公分表土，約二百萬公斤土重表土增加 10 g/kg 土壤有機質含量，需要添加 20 公噸以上有機資材。值得考量。視短期或長期效應而定，添加有機質資材增加土壤有機質含量可逐步改善，亦可兩種方法並行。

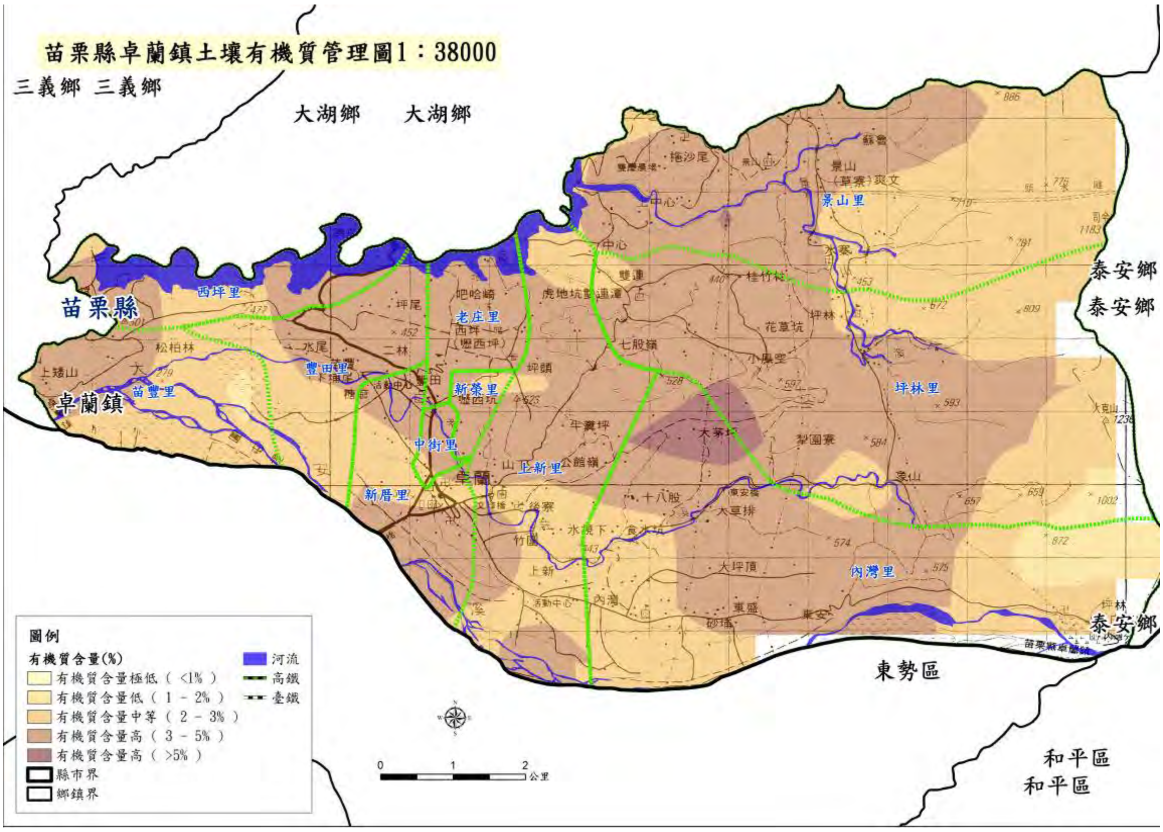
除大量施用有機材質外，另外實施草生栽培覆蓋與敷蓋，可減少水分的蒸發與適度維持土壤有機質含量。同時可收避免與打破土壤結皮之功效，結皮之現象為土表因裸耕或清耕不留草，復因大雨滴襲打及淹灌，細小土坋粒 (silt) 漂浮淹塞土壤孔隙，形成表土結皮或硬皮阻礙肥料與水分於土壤之縱向的通透性。土壤有機質管理目的為改善土壤性質，增進肥料與水分於土壤之縱向的通透性，減少橫向流失。

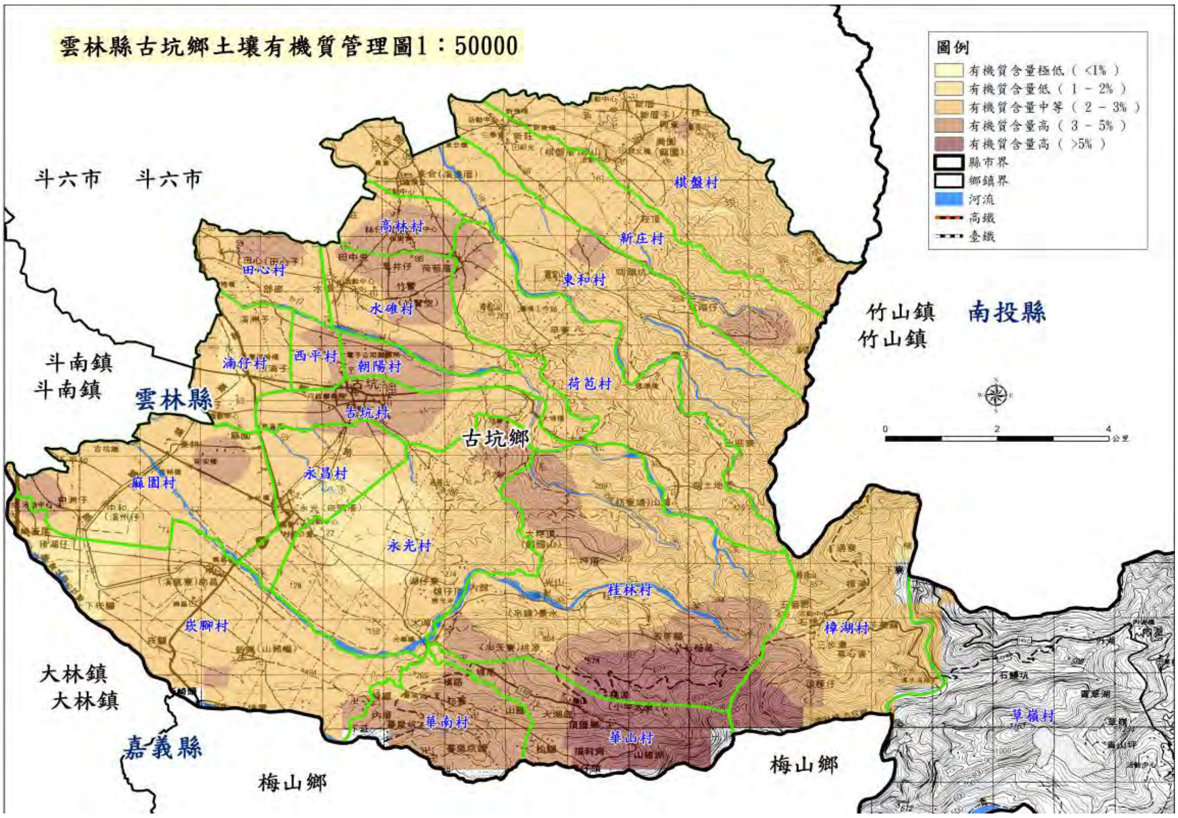
土壤有機質管理改良策略如下，一般果園施行草生栽培，建議：

a. 土壤有機質 10 g/kg 以下，及 10 g/kg 以上至 20_g/kg，**基肥**施用非粕類但含纖維質，木質素及有機碳較高，即碳氮比 C/N 較高之有機資材。

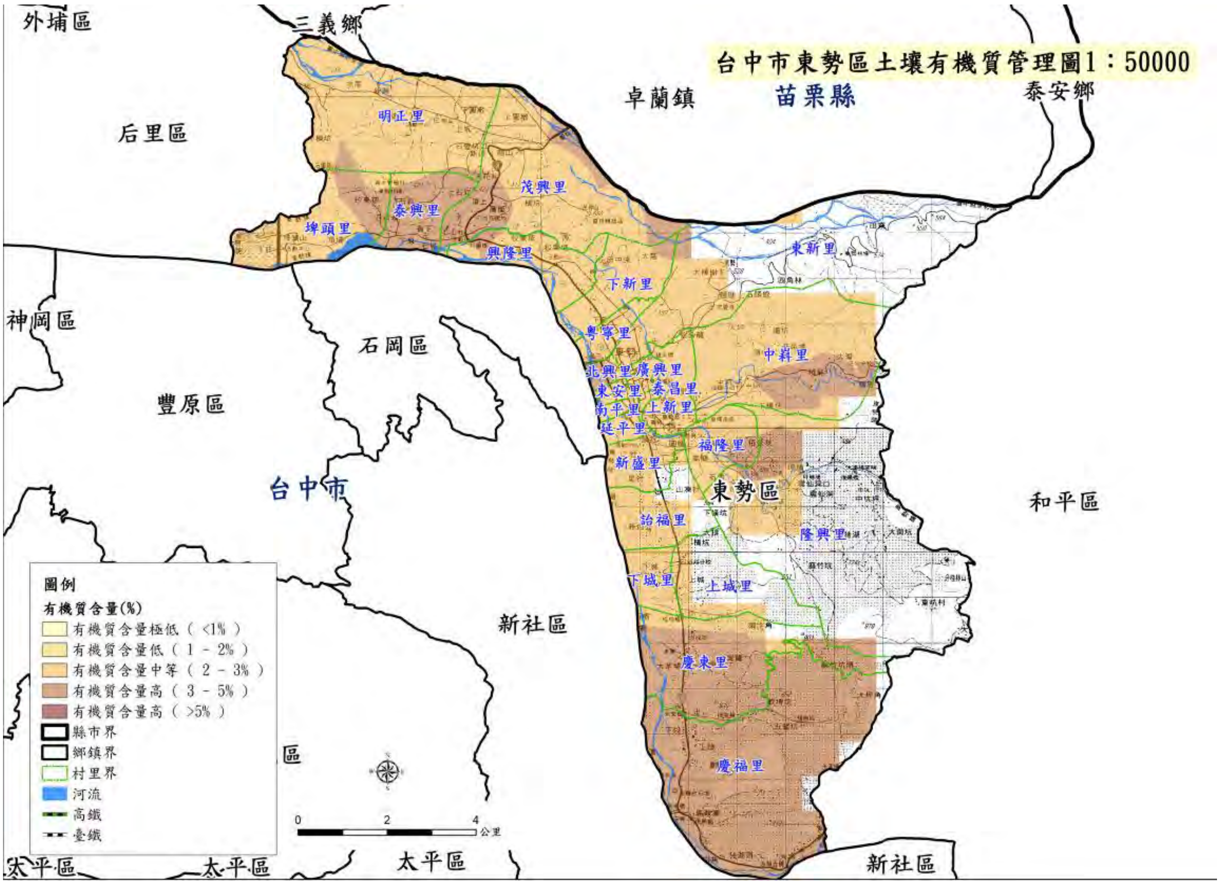
b. **追肥宜施用含有有機質＞40%有機複合肥**。

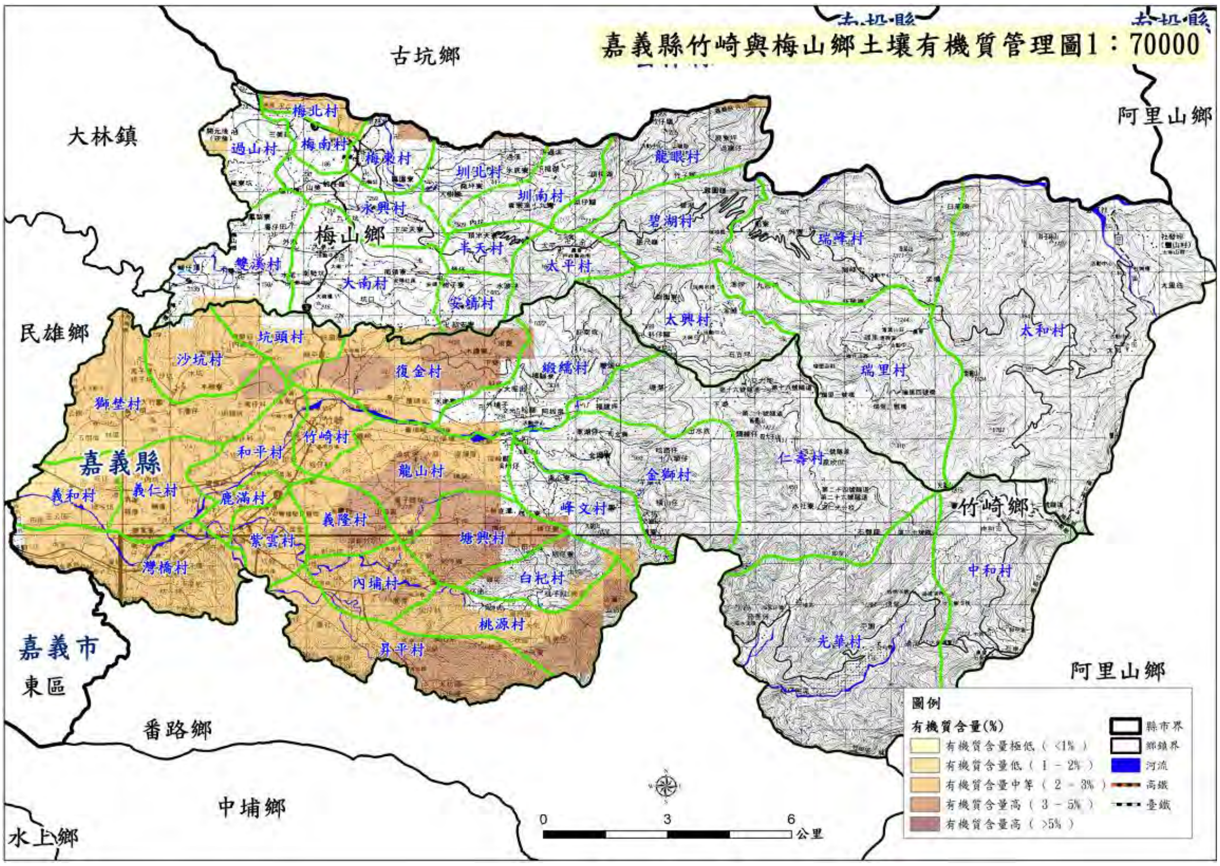
c. 土壤有機質 30 g/kg 以上？**可減少有機質肥料施用**，有機質肥料可隔一至二年施用，以節省有機質肥料施用成本。





農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

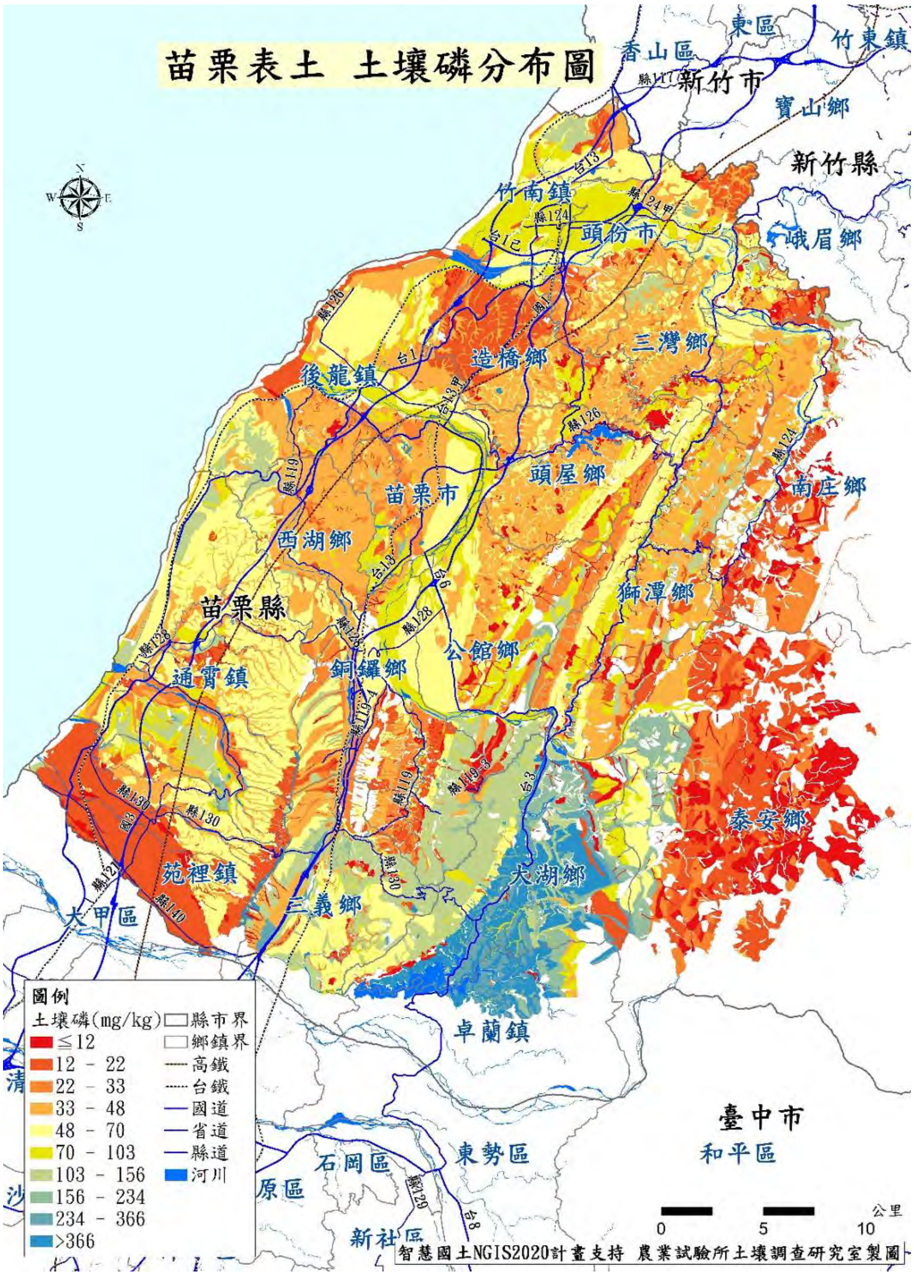




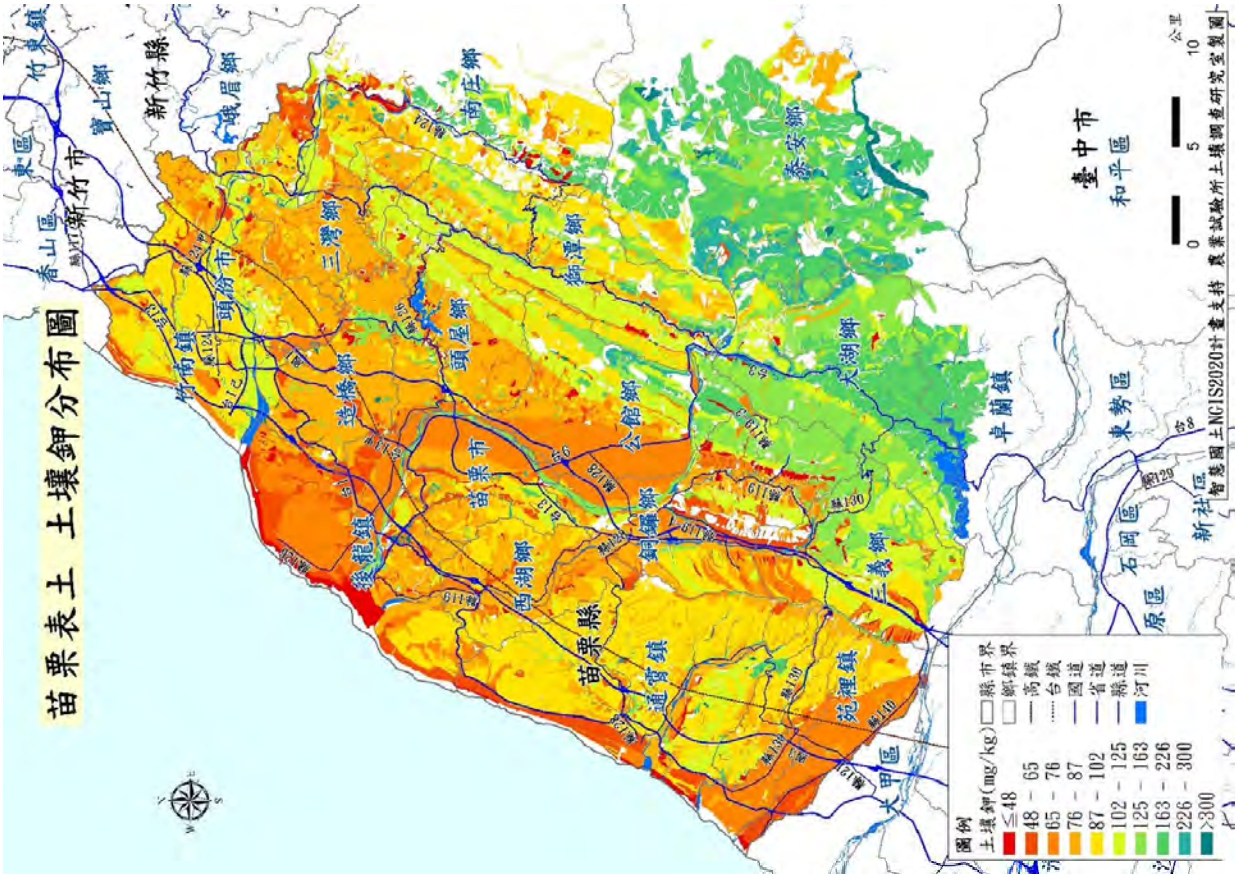
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

土壤有效性磷及鉀等級和施肥量

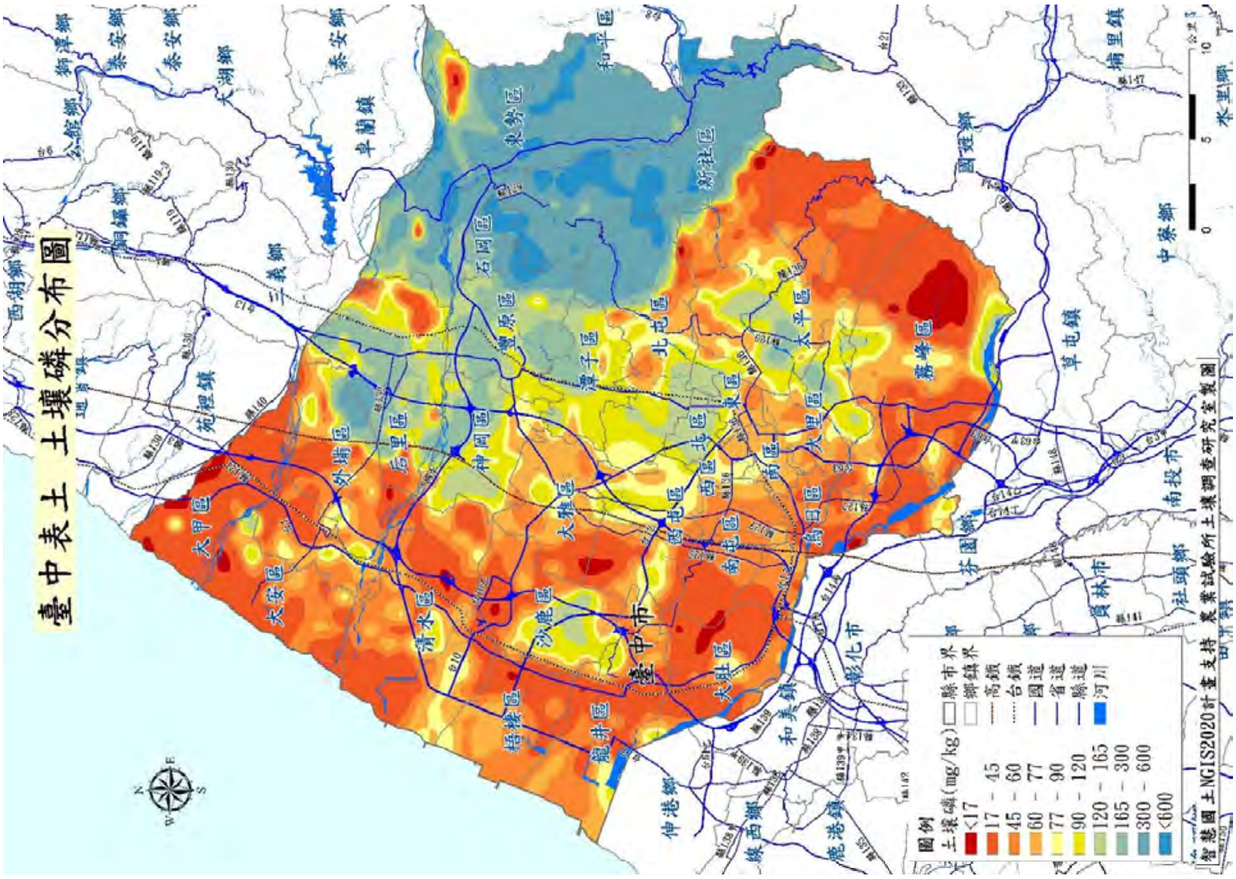
土壤有效性磷及鉀含量分析值如果分別低於營養診斷標準 50 mg/kg 和 150 mg/kg，施肥量必須於基礎施肥推薦量之**基肥時**額外補充過磷酸鈣，氯化鉀每 0.1 公頃各 40 公斤。農友應善利用各區農業改良場所的土壤、植體與肥料分析服務，以執行果園農田健康檢查。



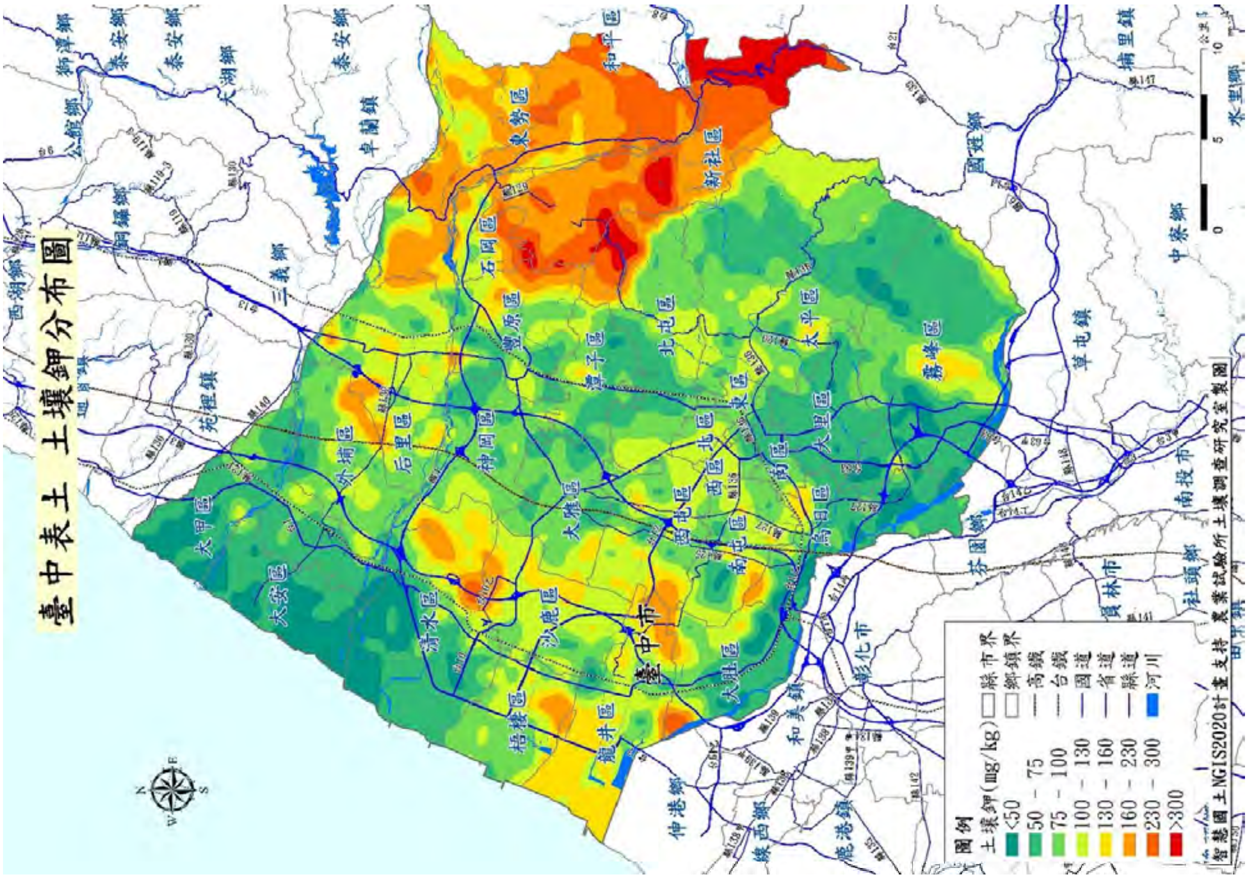
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

五、柑桔施肥之參考實例或範例

(一) 恆濕式水分管理之古坑柳丁施肥推薦試驗實例--古坑柳丁

背景說明：陳克昌與劉勝池農友柳橙果園位置於古坑麻園村，土壤為中粗質地排水良好沖積土，每年均有施用粕類有機質肥料。古坑麻園村土壤表底土 pH 3.9-4.0 為強酸性土，葉片鎂含量 1.4-2.0g/kg 呈現缺鎂症狀，每年每 0.1 公頃應土壤施用 25 公斤硫酸鎂。

農試所於 2009 年底於古坑麻園村**裝置簡易噴灌管路，進行肥培試驗。因應用噴灌管路，全年每分地施肥流程依據上述溼式管理執行**，2008 年陳克昌收穫為 9,000 台斤/分地 (5.4 噸/分地)，劉勝池 10,000 台斤/分地 (6.0 噸/分地)。2009 年陳克昌 10,000 台斤/分地 (6.0 噸/分地)，已獲改善，劉勝池 2009 年與 2008 年收量 11,000 台斤/分地 (6.6 噸/分地)。因為溼式管理大幅提升肥與水利用效率。2010 年及以後 2011 年收量穩定且大幅提高如下：

陳：8 分地 110,000 餘台斤， 1 分地 13,750 台斤 (8.3 噸/分地)。

劉：6 分地 80000 餘台斤，1 分地 13,333 台斤 (8.0 噸/分地)。

至於三要素氮-磷酐-氧化鉀總施肥量，因肥料利用效率增加，肥料用量逐年遞減。

2009 氮-磷酐-氧化鉀 **380-250-1100** 公斤/公頃。

2010 氮-磷酐-氧化鉀 **325-234-1363** 公斤/公頃。

2011 氮-磷酐-氧化鉀 **288-151-1103** 公斤/公頃。

2012 氮-磷酐-氧化鉀 **248-124-924** 公斤/公頃。

搭配噴灌管路之肥培管理的柳橙果園

(二) 舊版施肥手冊

1. 每公頃施用量計算

以每株產量 90 公斤之柑桔施肥量為基準，三要素用量為氮-磷酐-氧化鉀 800-400-600 (公克/每株/每年)，換算每公頃施肥量如下

(1) 若栽植密度為 0.1 公頃 30 株，

氮-磷酐-氧化鉀 **240--120--180 公斤/公頃**。

(2) 若栽植密度為 0.1 公頃 35-40 株，

氮-磷酐-氧化鉀 **280-320-- 140-160-- 210-240 公斤/公頃**。

2. 施用時期與分配率

舊版施肥手冊依樹齡與單株目標產量而非單位面積目標產量提出推薦量，有機質肥料推薦單株 5-10 公斤，但未說明推薦種類。氮肥與磷肥之分配比率相同分施於基肥 (採收後) 全年 40%、春肥 (春稍萌發前後) 全年 40%及夏肥 (果實肥大期) 全年 20%，至於鉀肥則於基肥 (採收後) 全年 30%、春肥 (春稍萌發前後) 全年 30%及夏肥 (果實肥大期) 全年 40%。三要素施肥量與各施肥時期分配率均需經過數學換算成實際肥料施肥量，對農友而言，殊為不便。

要素推荐量（克／株／年）

樹齡或產量	氮素	磷酐	氧化鉀	折合肥料
一年生	50	50	40	5 複肥 300
三年生	70	70	70	5 複肥 470
五年生	140	140	140	5 複肥 900
20 公斤/株	300	150	225	43 複肥 1875
40 公斤/株	500	250	375	43 複肥 3125
60 公斤/株	600	300	450	43 複肥 3750
90 公斤/株	800	400	600	43 複肥 5000
120 公斤/株	1000	500	750	43 複肥 6250
150 公斤/株	1200	600	900	43 複肥 7500

施肥時期及其分配率（%）

肥料種類	基肥（採收後）	春肥（春稍萌發前後）	夏肥（果實肥大期）
氮素	40	40	20
磷酐	40	40	20
氧化鉀	30	30	40

(三) 合理化施肥試驗 2008 年—台中市大坑椪柑

背景資料：劉文彬農友過去慣用施肥管理產量約 2,100 公斤/ 0.1 公頃，進行**溼式水分管理**之合理化肥培管理產量提高至 **3,000 公斤/ 0.1 公頃**。依據農試所的土壤調查與葉片分析診斷，大坑椪柑園是橫坑系砂頁岩發育而成之灰黃色崩積土，pH 5.0-5.5 左右，弱酸性，地面排水和透水性良好，管理上要少量多次，提高肥和水利用效率。但是椪柑極有可能欠鎂或硼，針對酸性坡地土壤欠鎂或硼的問題，事先施用***次量與微量要素***，每 0.1 公頃土壤全面均勻撒施施用 25 公斤硫酸鎂，3-5 公斤硼砂或硼酸或葉面施肥來改善土壤肥力。葉片分析結果鎂 3.6 g/kg，硼 48 mg/kg，有效預防缺鎂或硼。

全年每 0.1 公頃施肥流程如下

1. 過去慣用施肥管理：

(1) 2 月採收修剪後，施用基肥商品有機質肥料 (2-1-1) 60 包，100 元/25 公斤/包。
(2) 6 月初謝花小果肥大期，43 號複肥一包即 40 公斤/包。
(3) 8 月中果肥大期追肥，進口複肥 (5-12-24) 二包，400 元/20 公斤/包。
(4) 採收後禮肥，商品葉肥 (20-20-20) 噴施 300 倍二次，2300 元/15 公斤/包，噴二甲地。
(5) 合計：有機質肥料 60 包，43 號複肥一包，進口複肥二包，商品葉肥 1/10 包。
(6) 總施用量 三要素氮-磷酐-氧化鉀 **410--720--1200 公斤/公頃**。

2. 溼式水分管理之合理化肥培管理：

(1) 採收修剪後 (1-2 月)，過磷酸鈣一包、氯化鉀一包。
(2) 春梢開花期 (3,4 月)，43 號複肥一包、氯化鉀 10 至 20 公斤。
氮鉀比 1: 1.7-2.5。
(3) 小果期 (4-5,6 月)，43 號複肥一包、氯化鉀 10 至 20 公斤。視氣溫與樹勢。
氮鉀比 1: 1.7-2.5。
(4) 中果期 (7-8 月)，43 號複肥一包、氯化鉀 20 至 40 公斤。視氣溫與樹勢。
氮鉀比 1: 2.5-4.0。
(5) 中大果期 (9-11 月)，43 號複肥 30 公斤至 20 公斤，氯化鉀一包。
氮鉀比 1: 5-8。
(6) 果熟期至採收 (12-1 月)，43 號複肥 20 至-10 公斤、氯化鉀一包。
氮鉀比 1: 8-14。
(7) 合計：43 號複肥 3.75 至 4.25 包，氯化鉀 4 至 6 包 (視氣溫與樹勢)。
，過磷酸鈣一包，硫酸鎂 25 公斤。
(8) 年總施用量： 三要素氮-磷酐-氧化鉀
225-255—300-330—1200-1660 公斤/公頃。

(四) 合理化施肥試驗 2009 年---東勢區明正里茂谷柑

背景資料：張德勉農友過去慣用施肥管理產量約 **3,850 公斤**/0.1 公頃，進行**溼式水分管理**之合理化肥培管理產量提高至 **4,500 公斤**/0.1 公頃。

依據農業試驗所的土壤調查與葉片分析診斷，茂谷柑園是大安溪砂頁岩沖積土發育而成，pH 4.5 左右之強酸性土壤，肥力分析顯示土壤磷與土壤鉀含量甚充足，但是交換性鈣與交換性鎂極低，應施用石灰資材。地面排水和透水性很好，管理上要少量多次，以提高肥和水利用效率。

茂谷柑極有可能欠鎂或硼，每分地先土壤施用 25-50 公斤硫酸鎂，葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸或硼砂 1,000 倍，每分地噴施量 100-150 公斤，連續約三次，或澆施土壤 3-5 公斤硼砂或硼酸 (溶解隨水移動)。葉片分析顯示鎂 2.7 g/kg，葉片硼 89 mg/kg 已足夠且已能有效預防欠鎂或硼。硼含量 89 mg/kg 甚高，兩年內可停止施用硼。葉片銅含量 138 mg/kg 甚高，需要很謹慎施用殺菌銅劑。

茂谷柑園肥力分析結果

	酸鹼度	有機質 g/kg	有效性磷 Bray-1 P mg/kg	交換性鉀 mg/kg	交換性鈣 mg/kg	交換性鎂 mg/kg
表土	4.3	34	182	159	553	91
底土	4.5	23	220	122	442	89
參考值	5.5-7.0	20 以上	100 以上	150 以上	1200 以上	200 以上

茂谷柑的葉片分析與適宜範圍參考

	氮 (N)	磷 (P)	鉀 (K)	鈣 (Ca)	鎂 (Mg)
	g/kg				
葉片	**32.8**	1.7	10.6	37.6	**2.7**
參考值	*30-32*	*1.2-1.8*	*14-17*	*25-45*	*2.5-5.0*

	鐵 (Fe)	錳 (Mn)	銅 (Cu)	鋅 (Zn)	硼 (B)
	mg/kg				
葉片	69	89	**138**	36	**89**
參考值	60-120	25-200	5-16	25-100	25-150

全年每分地施肥流程

溼式水分管理之合理化肥培管理：

(1) 採收修剪後〈2-3 月〉

3 月 27 日施 過磷酸鈣一包 氯化鉀一包

(2) 春梢開花期〈3,4 月〉

3 月 26 日施 5 號複肥 25 公斤 氯化鉀 10 - 20 公斤 氮鉀比 1: 1.7-2.5。

4 月 9 日施 5 號複肥一包 氯化鉀 15 公斤 氮鉀比 1: 2.0。

(3) 小果期〈5,6-7 月〉約 2 或 3 次

4 月 30 日施　5 號複肥一包　5 月 5 日施　氯化鉀　20 公斤　氮鉀比 1: 2.5。
5 月 31 日施 43 號 25 公斤　　氯化鉀　20 公斤　氮鉀比 1:3。
6 月 5 日施　5 號複肥 30 公斤 6 月 10 日施 氯化鉀　30 公斤氮鉀比 1:4。

(4)中果期〈7-8 月〉

7 月 8 日施 5 號複肥一包　氯化鉀 20 公斤 氮鉀比 1: 2.5 (果徑小不符期望,故又調升 N/K)。
8 月 20 日施　43 號複肥一包　氯化鉀 30 公斤　氮鉀比 1:3.5。
硫酸鎂 1 包〈25 公斤〉。

(5)中大果期〈9-11 月〉

8 月 30 日施　43 號 20 公斤　氯化鉀 25 公斤　　氮鉀比 1:5。
9 月施　　　氯化鉀 25 公斤。

(6)果熟期至採收〈12-1 月〉

11 月 2 日施　特 43 號 25 公斤　氯化鉀 35 公斤　氮鉀比 1:6-7。
加強品質額外補充葉面施肥，
每 100 公斤水溶解
尿素 20 公克　磷酸一鉀 450 公克 硫酸鉀 600 公克 葡萄糖 100 公克　每週二次約 8-10 次。
合計 5 號複肥四包，43 號 2.5 包，氯化鉀 6.5 包，過磷酸鈣一包，硫酸鎂一包。

(7) 總計施三要素 氮-磷酐-氧化鉀 **N-- P_2O_5-- K_2O　222—350—1,900 公斤/公頃**

(五) 合理化施肥試驗 2009 年--卓蘭坪林桶柑

背景資料：徐可圓農友過去慣用施肥管理產量約 **3,000 公斤/分地**，因為坡地水源不足，只能進行仿照溼式之**半溼式水分管理**之肥培管理產量提高至 **3,500 公斤/分地**。

依據農業試驗所的土壤調查與葉片分析診斷，坪林桶柑園是砂頁岩發育灰黃色崩積土，pH 3.8 左右之強酸性土壤，坡地土壤交換性鈣與交換性鎂極低，**宜適度施用石灰資材**。針對酸性坡地土壤欠鎂或硼的問題，事先施用次量與微量要素，每分地土壤施用 25-50 公斤硫酸鎂，葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸或硼砂 1,000 倍，每分地噴施量 100-150 公斤，連續約三次，或澆施土壤 3-5 公斤硼砂或硼酸 (溶解隨水移動)。葉片分析顯示鎂 3.1 g/kg，葉片硼 35 mg/kg 已足夠，顯示有效預防欠鎂或硼，降低生產疏忽失敗的風險。葉片銅高於參考適值，宜調整病管理害滅菌劑之使用方法，應很謹慎施用殺菌銅劑。

桶柑園肥力分析結果

	酸鹼度 pH	有機質 g/kg	有效性磷 Bray-1 P mg/kg	交換性鉀 mg/kg	交換性鈣 mg/kg	交換性鎂 mg/kg
表土	**3.8**	22	462	337	**524**	**109**
底土	**3.6**	15	312	237	**350**	**88**
參考值	5.5-7.0	20 以上	100 以上	150 以上	1200 以上	200 以上

桶柑的葉片分析與適宜範圍參考

	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	---------------------------- g/kg				---------------------------
葉片	28.5	1.4	9.8	40.4	3.1
參考值	30-32	1.2-1.8	14-17	25-45	2.5-5.0
	鐵	錳	銅	鋅	硼
	--------------------------- mg/kg				--------------------------
葉片	81	155	**26**	29	**35**
參考值	60-120	25-200	5-16	25-100	25-150

全年每分地施肥流程

1. 過去慣用施肥管理：

(1) 採收修剪後 1-2 月，苦土石灰 3-5 包，170 元/25 公斤/包。
(2) 2 月採收修剪後基肥，花生粕有機質肥料 (6.3-1.2-1.3) 40 包，220 元/20 公斤/包。
(3) 春梢開花期 3-4 月，5 號複肥三包。
(4) 小果期 5-6 月，5 號複肥三包。
(5) 中果期 7-8 月，43 號複肥三包。
(6) 中大果期至果熟採收 9-10 月
商品有機質複肥 3 包〈5-25-25〉600 元/25 公斤/包。
氯化鉀 2 次，每次 1 包。
(7) 合計：苦土石灰 3-5 包，花生粕有機肥 40 包，5 號複肥六包，43 號複肥三包，商品有機質複肥三包，氯化鉀約二包。
(8) 總計年三要素施用量：氮-磷酐-氧化鉀 **N-- P_2O5-- K_2O 1106--656--760 公斤/公頃**。

2. 半溼式水分管理之合理化肥培管理：

(1) 採收修剪後 (1-2 月) 過磷酸鈣 一包 氯化鉀一包·
(2) 春梢開花期 (3,4 月) 氮鉀比 1: 1.7-2.5·
5 號複肥 1 包，氯化鉀 10 - 20 公斤·(視氣溫與樹勢)
(3) 小果期 (4-5,6 月) 氮鉀比 1: 1.7-2.5·
5 號複肥 1 包，氯化鉀 10 - 20 公斤，約二或三次·(視氣溫與果型)
(4) 中果期 (7-8 月) 氮鉀比 1: 2.5-4.0 ·
5 號複肥 1 包，氯化鉀 20 - 40 公斤(視氣溫與果型)，約 2 次。硫酸鎂二包 (50 公斤)·
(5) 中大果期 (9-11 月) 氮鉀比 1: 5-8·
43 號 30 - 20 公斤，氯化鉀一包·
(6) 果熟期至採收 (12-1 月) 氮鉀比 1: 8-14·
43 號 20-10 公斤，氯化鉀 1 包 ·
(7) 合計：5 號複肥 5-6 包，43 號複肥 1.5 包，氯化鉀 6.5 包，過磷酸鈣一包，硫酸鎂二包·
(8) 總計年三要素施用量 氮-磷酐-氧化鉀 **N-- P_2O5-- K_2O 410—322—1890 公斤/公頃·**

(六) 合理化施肥試驗 2009 與 2010 年--中寮佛利蒙柑

背景資料：林振民農友傳統乾式施肥管理產量約 1,560 公斤/0.1 公頃，2009 與 2010 年進行仿照**溼式水分管理**之肥培管理產量提高至 1980 至 2,100 公斤/0.1 公頃。

中寮果園是砂頁岩發育而成之黃色崩積土，pH 4.2-4.5 左右，屬強酸性土壤，土壤交換性鉀、交換性鈣與交換性鎂均極低，需要加強鉀肥管理調節適當的氮鉀比例，提升柑桔品質與產量。針對酸性坡地土壤欠鎂或硼的問題，每分地土壤施用 25 公斤硫酸鎂，葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸或硼砂 1,000 倍，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公斤，連續約三次。

經過一年實施合理化施肥後，果園內葉片缺鎂的症狀大幅改善，土壤分析結果顯示土壤交換性鉀已補足，土壤鈣與土壤鎂含量亦提高，但是石灰資材仍需配合施用。葉片分析顯示鎂含量 1.9 g/kg ，硼 22 mg/kg，仍需加強管理。葉片銅含量 323 mg/kg 甚高，應很謹慎施用殺菌銅劑。

表 1. 試驗前柑桔園肥力分析結果 (民國 97 年 1 月)

	酸鹼度 pH	有機質 g/kg	磷 Bray's-1 P mg/kg	交換性鉀 mg/kg	交換性鈣 mg/kg	交換性鎂 mg/kg
表土	4.2	31	84	***50***	**114**	**11**
底土	4.2	31	36	***43***	**74**	**9**
參考值	5.5-7.0	20 以上	100 以上	150 以上	1200 以上	200 以上

表 2. 試驗後柑桔園園肥力分析結果 (民國 98 年 9 月 3 日)

	酸鹼度 pH	有機質 g/kg	磷 Bray's-1 P mg/kg	交換性鉀 mg/kg	交換性鈣 mg/kg	交換性鎂 mg/kg
表土	**4.9**	19	63	***304***	**138**	**33**
底土	**4.4**	13	31	***167***	**105**	**24**
參考值	5.5-7.0	20 以上	100 以上	150 以上	1200 以上	200 以上

表 3. 柑桔葉片分析與適宜範圍參考(民國 98 年 9 月 3 日)

	氮(N)	磷(P)	鉀(K)	鈣(Ca)	鎂(Mg)
	g/kg				
葉片	29.6	1.6	18.3	33.9	**1.9**
參考值	30-32	1.2-1.8	14-17	25-45	2.5-5.0
	鐵(Fe)	錳(Mn)	銅(Cu)	鋅(Zn)	硼(B)
	mg/kg				
葉片	62	70	**323**	30	**22**
參考值	60-120	25-200	5-16	25-100	25-150

全年每分地施肥流程

1. 傳統乾式施肥管理：

(1) 二月初施基肥。

有機質肥料 25 公斤 50 包(氮 2.8 %、磷酐 1.2 %、氧化鉀 1.2%)、有機質 65%、130 元/25 公斤/包〉過磷酸鈣 40 公斤 二包 。

(2) 四月至五月春肥 複合 5 號，40 公斤 3 包，分二次 。

(3) 七月至八月夏肥 複合 43 號，40 公斤 2 包，氯化鉀 二包，分二次。

(4) 合計有機肥 50 包，5 號 三包，43 號二包，氯化鉀二包，過磷酸鈣一包。

(6) 三要素總計施用量 氮-磷酐-氧化鉀 **N-- P_2O_5-- K_2O 662--438--894 公斤/公頃。**

2. 合理化肥培管理：

(1) 採收修剪後 (1-2 月) 過磷酸鈣 一包 氯化鉀一包。

(2) 春梢開花期 (3,4 月)_氮鉀比 1: 1.7-2.5。
1 號複肥一包，氯化鉀 10 - 20 公斤。

(3) 小果期 (4-5,6 月) 氮鉀比 1: 1.7-2.5。
5 號複肥 一包，氯化鉀 10 - 20 公斤，約二或三次。

(4) 中果期 (7-8 月) 氮鉀比 1: 2.5-4.0 。
5 號複肥 一包，氯化鉀 20- 40 公斤，約二次。硫酸鎂 1 包 (25 公斤)。

(5) 中大果期 (9-11 月) 氮鉀比 1: 5-8 。
43 號複肥 30 - 20 公斤，氯化鉀一包。

(6) 果熟期至採收 (12-1 月) 氮鉀比 1: 14 。
43 號複肥 10 公斤，氯化鉀一包 。

(7) 合計：5 號複肥 5 包，1 號複肥及 43 號複肥各一包，氯化鉀 6 包，過磷酸鈣一包，硫酸鎂一包。

(8) 三要素總計施用量 氮-磷酐-氧化鉀 N-- P_2O_5-- K_2O 384—224—1468 公斤/公頃。

(七) 合理化施肥試驗 2011 年--卓蘭坪林椪柑

背景資料：徐可圓農友一分地**收量 4,700 公斤**/0.1 公頃(0.14 公頃 11,000 台斤)，pH 4.3 左右，屬強酸性土壤。往年施用甚多有機質肥料，土壤有機質累積高達 55 g/kg，今年停施（以後可能改為每間隔 1-2 年施一次有機質肥料）。

全年每分地施肥流程

徐可圓示範肥培管理 (1.4 分地)

(1) 採收後越冬土壤改良 5-6 包苦土石灰 25 公斤/包/175 元。

(2) 採收後來不及蓄積──半生長半蓄積。
3 月 7 日 台肥 5 號複肥(16-8-12) 二包 氯化鉀一包…

(3) 春天無雨乾旱**小果**肥遲至 4 月施用。
4 月 8 日 台肥 5 號複肥 (16-8-12) 1.5 包 氯化鉀 0.5 包。
5 月 10 日 抗旱，肥料分施。
6 月 3 日 台肥 43 號複肥 (15-15-15-4) 二包 氯化鉀 0.5 包。

(4) 中果期土壤施肥。
7 月 14 日 台肥 43 號複肥(15-15-15-4) 1.5 包 氯化鉀 2/3 包。
8 月底至 9 月 台肥 43 號複肥 (15-15-15-4) 二包 。

氯化鉀一包　硫酸鎂二包　，分成二次施。

(5) 中大果期至採收前施肥。

9 月底至 10 月中　台肥 43 號 (15-15-15-4) 一包　氯化鉀二包。

10 月中旬至 11 月初採收

台肥 43 號 (15-15-15-4)　0.5 包　　氯化鉀二包。

合計施用氮-磷酐-氧化鉀 64.4-53.2-218.8 公斤/0.14 公頃。

(6) 合計每分地 5 號複肥 2.5 包，43 號複肥五包，氯化鉀 5.5 包，硫酸鎂 1.4 包。

總計施三要素　氮-磷酐-氧化鉀 **N-- P2O5--K2O　460--380--1562 公斤/公頃。**

結 語

上述施肥原則概述柑桔園氮鉀肥每分地參考流程或目前之施肥手冊均可為柑桔氮鉀肥推薦，但事實上並非簡單一或兩種施肥管理模式，能適用於不同果園之立地土壤環境與氣候，不同農家之水源取得、農機設備與勞力成本的條件。因此，本施肥參考資訊庫，擬逐年搜集整理與重點展示各改良場所歷年肥培試驗與近年來新式肥培管理試驗之成果，包括推行合理化施肥試驗觀摩會講習會手冊講義，並詳列機關單位，執行作者以供農友請益諮詢。**背景資料**宜包括果園地點，單位面積目標產量，栽培方式，水分管理 (有無灌溉) 及有機質肥料施用管理，以提供各種情境，使農友依照不同果園之立地土壤環境，農家所具有資源的條件而參酌應採用。至於年總施肥量或單作施肥量之計算整理與前述土壤管理組圖資訊，乃為土壤肥料工作同仁輔導與推動合理化施肥業務時之運用工具與重要參考。

第一章　柑桔第二部分

北部地區土壤性質與柑桔施肥推薦參考資訊

桃園區農業改良場 莊浚釗

一、適宜栽植風土條件

(一) 作物產地分佈與產業介紹

柑桔為芸香科亞熱帶常綠果樹，因其風土適應性強，為台灣栽培面積最多的果樹之一，種植面積高達 25,716 公頃，年產量 56 萬公噸，產值高達 105 億元。主要以柳橙、椪柑、桶柑、海梨柑及文旦為主。本場轄區栽培面積 2,581 公頃，以桶柑 1,425 公頃為最大宗，主要分佈於新北市及新竹縣。根據統計柑桔生產成本每公頃 27- 42 萬元，平均每公斤生產成本 14 元，支出人工費逾 50%最多，次為農藥及肥料費佔 30%，故對於肥料施用不可輕忽，不僅可保土地永續利用，更可節省生產成本。

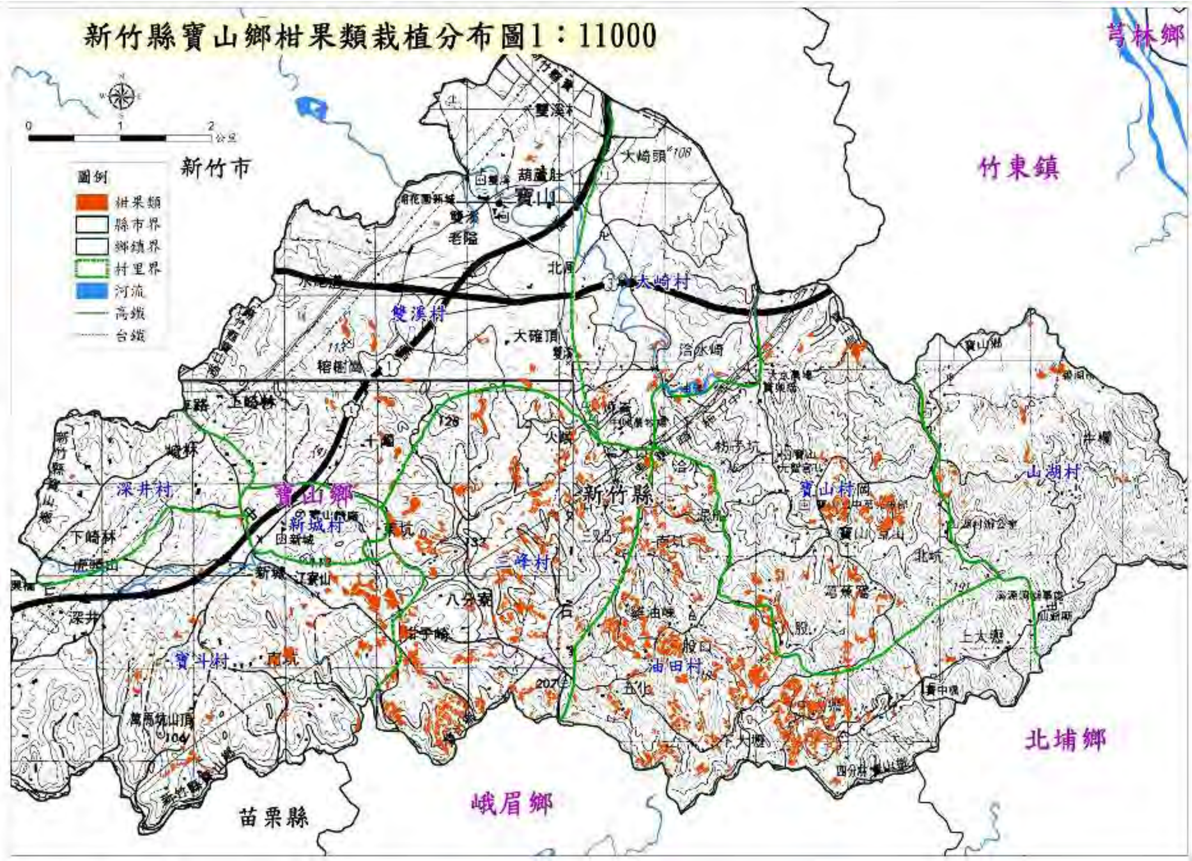


圖 1. 新竹縣寶山鄉柑果類栽植分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

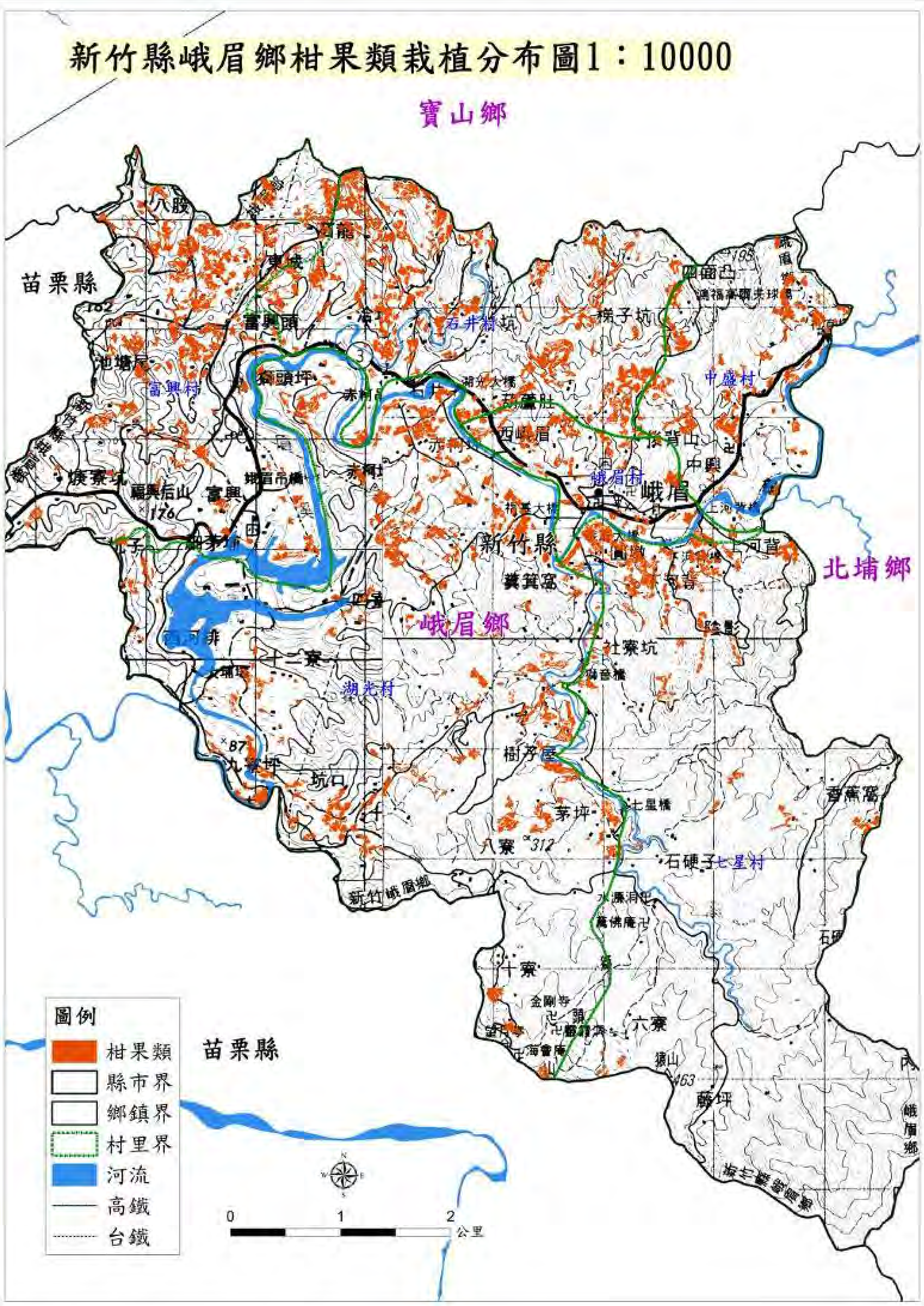


圖 2. 新竹縣峨眉鄉柑果類栽植分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 3. 新竹縣關西鎮鄉柑果類栽植分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

二、土壤分析與葉片分析營養診斷

土壤與葉片各種養分之生育功能與養分缺乏與過剩之營養障礙

(一) 氮

1. 徵狀

氮為蛋白質中胺基酸及葉綠素的成分之一。氮缺乏時的共通徵狀為生長受阻，主根長卻無側根，發育不良，葉片小而硬。輕微時，老葉黃化，幼葉呈淡綠色；嚴重時，由老葉漸向幼葉黃化，且老葉易枯乾脫落。因氮在植物體內之移動性屬中等，缺乏時葉片的黃化遍及全株，但下位葉有較嚴重的傾向。氮過量時易造成植株生長旺盛，葉片大而薄，莖葉軟弱，生殖生長延遲，抗病蟲害能力降低。

2. 發生條件

(1) 氮缺乏：

土壤肥力貧瘠、土壤酸鹼度過高 (pH 值 7.5 以上) 氮肥易揮散、氮肥施用量不足、施用碳氮比過高的未腐熟堆肥及遭大量雨水或灌溉水淋洗的粗質地土壤。

(2) 氮過量：

化學氮肥及含高氮有機質肥料長期施用過量，長期引灌含氮過高如食品廠廢水及禽畜場的糞尿水。

3. 改善方法

(1) 氮缺乏：

A. 依據「作物施肥手冊」不同作物氮肥推荐量施用，並應以基肥及追肥分次施用。

B. 粗質地及肥力貧瘠土壤可施用大量肥分較低且腐熟較高的有機質肥料;如落葉堆肥、樹皮堆肥、泥炭等。

C. 若缺氮係屬土壤過於乾旱所引起時，應適量灌溉或噴灌，以維持土壤濕潤。若因缺水無法灌溉或噴灌時，可用尿素溶液 2 - 5 g/L 作葉面施肥，每週 1-2 次。

D. 發現作物植株缺氮時，可用 250-500 mg/L 的氮素溶液，即約尿素 5-10 克溶於 10 公升水中，多次噴灌於土表，可快速補充作物所需的氮肥。

E. 一般作物適宜的土壤酸鹼度 (pH) 為 5.6-6.8 之間，土壤酸鹼度在 6.8 以上時，勿再施用石灰資材或鹼性物質，以減少土壤中氮肥的揮散損失。

F. 長期作物如果樹等可於適當時期採取葉片，送各區農業改場分析化驗，據以提供第二年的施肥參考。

(2) 氮過量：

A. 減少氮肥施用量。

B. 土壤中氮肥含量過高時，可灌水淋洗除去過量之氮。若土壤 pH 低者，亦可藉施石灰資材，使部分氨揮失。

C. 酌量提高磷及鉀肥的比例用量。

氮過多之柑桔果實(右)轉色不佳，且果型較小。圖片提供人：張淑賢。

柑桔缺氮葉片呈現黃綠色，嚴重時葉片黃化脫落，植株生育欠佳。圖片提供人：羅秋雄。

柑桔氮過多，植株生長茂盛，葉片呈濃墨綠色，易遭病蟲害侵襲。圖片提供人：張淑賢。

(二) 磷

1. 徵狀

磷為構成細胞核酸的成分之一，對細胞之分裂、碳水化合物及蛋白質之合成，呼吸作用等均有密切關係。作物磷缺乏時葉片變小呈暗綠色，成熟延遲，葉柄可能產生花青素而呈紅色或紫色，同時，葉柄、葉片及果實上會發生壞疽斑點。磷在作物體內的移動性中等與氮相近，因此，缺磷時徵狀也遍及全株，通常老葉較新葉嚴重。徵狀發生從葉尖往葉基發展，最後葉變成褐色而死亡。缺磷時植株生育受阻，根部發育不良，根數少且短並呈褐色。至於磷過量徵狀在台灣地區並不多見，但土壤磷過量的現象不少，磷在根系易與鋁、鐵及鈣等結合成難利用態化合物，而不易觀出磷過量的徵狀。

(三) 鉀

1. 徵狀

鉀在作物體內移動容易，因此，缺鉀的徵狀都先發生在老葉。作物缺鉀初期植株生長速率減緩，葉片呈現暗綠色，之後在老葉的葉緣及葉尖處出現白、黃或橘色的點或條紋，繼而發生褐變或壞死。作物缺鉀嚴重時，徵狀會逐漸擴延至新葉，最後整株作物枯死。根系的伸展也會因缺鉀而受阻，且根系容易腐爛。作物缺鉀時，對乾旱及病蟲害的抵抗力減弱，同時作物的品質嚴重受損，尤其是蔬菜及果樹。至於鉀過量徵狀在台灣地區並不多見。

(四) 鈣

1. 徵狀

鈣主要存在於作物細胞膜或細胞壁中，其功能為中和作物體內過剩的有機酸，強化細胞壁組織及調節體內水分。因移動性小，故缺鈣時老葉仍正常，但新葉及新根無法正常生長；缺鈣障害開始發生時葉片尖端部分黃白化，伸展停止，老葉則不變，根部變短而粗，嚴重時黃白化的幼葉漸漸褐變且葉緣部分枯死，極端缺鈣時葉易縐捲，根尖褐變枯死。果菜類的代表性缺鈣症狀，如番茄的尻腐病，白菜、芹菜及蘿蔔等的心腐病。至於鈣過量徵狀在台灣地區並不多見。

(五) 鎂

1. 徵狀

鎂為葉綠素的成分之一，直接影響光合成作用，同時也是若干酵素的成分或活化劑，幫助磷在作物體內移動，並參與油脂的合成。因鎂在作物體內的移動性大，故缺鎂時徵狀先呈現於老葉。一般中短期作物葉緣及葉脈間部份引起黃化，與葉脈周圍的綠色成明顯對比。果樹缺鎂徵狀自老葉或果實枝條附近的葉片出現，缺乏時生育初期正常，直至果實或子實肥大期徵狀開始顯現，老葉的葉緣開始黃化，而後展延至葉脈間，然葉脈仍呈綠色，嚴重時，發生褐變及壞死終而落葉。一般鎂缺乏除葉部症狀以外，其他器官並無異常。至於鎂過量徵狀在台灣地區並不多見。

柑桔缺鎂，自老葉的尖端及葉緣開始黃化，僅中肋保持綠色，嚴重時只葉基部有綠色殘存，而成倒 V 字形的圖形。圖片提供人：張淑賢。

文旦缺鎂，葉片不同程度的黃化徵狀。圖片提供人：林慶喜。

(六) 鐵

1. 徵狀

作物缺鐵的共通徵狀，新葉黃化，嚴重時黃白化。缺鐵通常葉脈與葉肉均黃化，而葉脈間成淺綠至黃白化，缺鐵轉劇時整片葉片黃白化，但老葉不發生缺乏症狀，若不予補救，則新生之葉片小型化，新芽伸長緩慢甚至停止。

2. 發生條件

(1) 土壤為中性至鹼性，或施石灰過多時，土壤中的鐵變為不溶性。一般而言，土壤酸鹼度升高一單位，鐵的活性 (activity) 降低一千倍，而減少鐵被作物之吸收，易引起缺鐵。

(2) 栽培介質鹽分含量高，且 pH 值近中性至鹼性，使作物根部吸收鐵的能力降低，極易導致鐵缺乏。其他微量要素例如錳與鋅亦會因上述條件而產生缺乏。

(3) 鐵在作物體內移動性慢，土壤過分乾燥，或鹽類異常累積時，鐵之吸收受阻，新芽及葉極易出現鐵之缺乏症狀。其他微量要素例如錳與鋅亦會因上述條件而產生缺乏。

(4) 磷肥施用過量，易使過多的磷與鐵在根組織內外形成沈澱，使作物體內鐵輸送受阻，導致上位葉鐵不足而產生缺乏症狀。

(5) 錳及銅吸收過多時，使作物體內的鐵易被氧化成三價的不活性鐵，導致鐵的缺乏。

(6) 養液或介質栽培作物，鐵供應量不足時也易引起鐵的缺乏。

3. 改善方法

(1) 作物發生缺鐵症狀時，應儘早以 1- 5 g/L 硫酸亞鐵或 0.5 g/L EDTA 鉗合鐵溶液，每隔一週葉面噴施一次，連續噴施數次，噴施時間以黃昏太陽較弱時為佳。

由於鐵在作物體內移動性小，葉面施肥時沒有噴到的部分不易恢復綠色，因此，宜以低濃度溶液連續噴施數次，至葉片全部轉綠為止。葉面施肥兩面均需噴施，尤其是下表皮的氣孔較多。

(2) 果樹新梢出現黃白葉時，可在樹幹打入鐵釘，或在樹幹上開直徑五厘米深 10 厘米左右之穴，放入適量之檸檬酸鐵或磷酸鐵，再覆蓋原樹皮或以臘封之。

(3) 施用產酸或生理酸性肥料如硫酸銨、氯化銨及氯化鉀等，可降低土壤酸鹼度，而增加鐵之活性。若過量施用石灰質肥料使土壤成為鹼性或鹼性土壤，則可在作物種植前視土壤酸鹼度高低，每分地施用硫磺粉 100 - 300 公斤，並與土壤充分混合，降低 pH 值，增加鐵的活性。

(4) 中性至鹼性土壤，鐵的活性低，但鉗合鐵則不會，因此，每分地可施用 2-3 公斤的鉗合鐵，或施用較為便宜的硫酸亞鐵 5-6 公斤。(因吸引主要為 Fe^{+2} 而非 Fe^{+3}) 。

(5) 多施堆肥，除可增加土壤有機質提高緩衝能力外，堆肥分解時亦能溶解土壤中的鐵及產生鐵鉗劑化合物，可被植物吸收利用。

(6) 長期作物如果樹等可於適當時期採取葉片，送各區農業改場分析，據以提供第二年的施肥參考。

柑桔缺鐵。新葉葉脈間黃化，嚴重缺乏時黃白化，中肋及葉脈保持綠色，老葉正常。圖片提供人：林慶喜。

(七) 錳

1. 徵狀

缺錳徵狀常出現於新葉，葉脈間黃化而呈淡綠色，僅與中肋及主要葉脈鄰接部分仍保持綠色，與缺鐵類似，但葉脈週邊殘留之綠色較缺鐵明顯，且嚴重缺乏時也不會呈現白化，此有別於鐵缺乏。缺錳葉片陽光透過葉背時，徵狀更為清晰可見，嫩葉之葉脈呈綠色細網狀而葉肉為淡綠色。輕微缺乏時，徵狀於生長後期即消失，嚴重缺乏時，葉脈轉為灰暗綠色，葉肉仍保持淡綠色，徵狀持續至生長後期仍不消失。許多作物之成熟葉片錳含量若低於 20 mg/kg，即呈現缺錳徵狀。作物種類不同錳缺乏出現部位會有極大差異，多數果樹及長期作物錳缺乏徵狀均由新葉先發生，再漸次擴展至下位葉，老葉維持正常，但短期葉菜類錳缺乏徵狀新葉及老葉均可能

出現。初期先出現於新葉，再至老葉，若新葉及老葉均出現，則表示缺乏嚴重。

2. 發生條件
   (1) 石灰質土壤或為矯正土壤酸度而施用過量石灰時，土壤酸鹼度偏鹼，作物容易缺錳。錳在土壤中通常以氧化物存在，其溶解度隨土壤 pH 升高而降低，又作物僅能吸收二價錳，當土壤 pH 大於 6.5 時，二價錳易被微生物氧化為四價錳，而無法為作物吸收利用，因此，許多酸鹼度高於 6.5 之土壤，作物易發生錳缺乏症。
   (2) 排水不良且有機質含量豐富之石灰質土壤，作物更易缺錳。
   (3) 錳含量較低之土壤，例如酸性之砂質土壤，經長期淋洗其錳含量甚低。
   (4) 乾旱時，易發生缺錳症。
   (5) 養液或介質栽培作物，錳供應量不足時也易引起錳的缺乏。
3. 改善方法
   (1) 出現缺錳徵狀時，儘快於葉面噴施 2.5–5.0 g/L 硫酸錳水溶液 (先分別配製 5-10 g/L 之硫酸錳液和 2.5–5.0 g/L 之消石灰液，再等量混合而成，以防藥害)，每隔 7- 10 天噴施一次，直到症狀消失為止。若噴施錳乃浦或鋅錳乃浦等藥劑以防治病害時，亦有防治缺錳的效果。
   (2) 酸性土壤缺錳時，以土壤施用硫酸錳 200-400 公斤/公頃或葉面噴施來防治，鹼性土壤缺錳仍以葉面噴施效果較佳。
   (3) 石灰質土壤或石灰施用過量引起的缺錳，除以葉面噴施硫酸錳外，可採用產酸或生理酸性肥料如硫酸銨等 (銨易以氨揮失)，亦可施硫磺，以降低根圈土壤 pH 值，而提高土壤錳的有效性。
   (4) 長期作物如果樹等可於適當時期採取葉片，送各區農業改場分析，據以提供第二年的施肥參考。

文旦缺錳，其葉片缺錳徵狀與柳橙相近。圖片提供人：林慶喜。

(八) 銅

1. 徵狀

銅為氧化還原酵素的成分。因銅移動性差，缺乏時如同多數微量要素一樣，缺乏會立即引起葉片黃化甚或生長點枯死。果樹症狀首先出現新梢葉片，葉色深綠而捲曲，但在葉基處下方綠色枝條，常因碳水化合物的聚積而產生黃色斑點，此黃色斑點將逐漸擴大而使莖幹或枝條遭受環割，繼而流出水溶性的棕色樹膠，致葉片脫落而遺留黃色椏枝，最後椏枝在未完全發育前即枯死。在原來嫩枝或嫩芽枯死處將再長出許多新芽，而後生成窄小的徒長葉。銅缺乏不但影響葉的發展，同時亦會影響果實的外形和品質。缺銅時，聚積在果實外表皮的流膠將使得果實出現紅棕色的斑點或形成裂果，缺乏嚴重時，果實在尚未成形前即已掉落。蔬菜缺銅常生長點枯死，或一般新葉變小，細長，葉肉黃化，葉片自葉緣向內捲曲，但也有老葉向下捲曲者。

(九) 鋅

1. 徵狀

鋅是若干酵素的成分，具有氧化還原反應之接觸作用。其最重要的功能為參與生長荷爾蒙前軀物色胺酸（tryptophan）的合成。因移動性小，鋅缺乏徵狀首先出現於新梢葉片或上位葉，徵狀會因作物種類不同而略有差異。一般而言，中度至嚴重缺乏時，葉片變小而畸型，節間縮短而呈小葉簇生狀（little leaf and resetting），有些作物尚伴有葉片黃化徵狀，葉脈間黃化而呈黃綠色，但與葉脈緊鄰部分則保持綠色。一般作物的成熟葉片鋅含量低於 20 mg/kg，即呈現缺鋅徵狀。

2. 發生條件
   (1) 鹼性且經長期淋洗作物之砂質土壤，鋅含量偏低。
   (2) 石灰質或石灰施用過量的土壤，鋅的有效性低。因在高 pH 值和游離碳酸鈣存在下，鋅易被土壤黏粒和碳酸鈣吸附，且鋅的氧化物溶解度降低，因而鋅的有效性低。另土壤中碳酸氫根 (HCO_3^-) 會抑制作物對鋅的吸收，而加重鋅的缺乏。
   (3) 有機質土壤之有機質的 CEC 高，使鋅被強力吸附，而降低被作物吸收的量。(有機酸與鋅鉗合反而會增加鋅被吸收的機會)
   (4) 土壤磷含量過高或長期施用過量磷肥，使土壤中的鋅更易被吸附而降低其有效性。
   (5) 作物罹患毒素病或柑桔罹患立枯病，使鋅在作物體內的運送受阻而引起缺鋅，其缺乏與土壤中鋅的含量及有效性無關。
   (6) 養液栽培作物，鋅用量不足。
3. 改善方法
   (1) 土壤施用：

   每公頃施用硫酸鋅 40-80 公斤或氧化鋅 30-50 公斤，以條施或穴施可減少土壤固定，效果較佳，土壤施鋅應避免過量，以防引起毒害。

   (2) 葉面噴施：

   發生缺鋅徵狀時，儘快以 2.5-5.0 g/L 硫酸鋅水溶液加半量消石灰以防藥害，每隔 7-10 天噴施於葉面，直到症狀消失為止，防治病害的藥劑如鋅錳乃浦

亦有防治缺鋅的效果。

(3) 施用鋅含量較高的有機質肥料，例如雞糞，但不可每年連續大量施用，以免引起毒害。(銅含量較高的有機質肥料為豬糞，惟動物飼料中必需維持銅與鋅的平衡，若禽畜糞銅含量過高，則鋅含量亦高。)

(4) 土壤中鋅的有效性以 pH 值在 5.6-6.8 之間為最高，過酸或過鹼土壤宜以石灰或硫磺調整土壤 pH 值至適宜的範圍內。

(5) 長期作物如果樹等可於適當時期採取葉片，送各區農業改場分析，據以提供第二年的施肥參考。

麻豆文旦缺鋅。新梢葉片葉脈間黃化，葉脈及鄰接部份仍保持綠色，節間縮短。
圖片提供人：林慶喜

(十) 硼

1. 徵狀

硼與細胞分裂、花粉受精、養分吸收及糖之輸送等有密切關係。因硼移動性較慢，其徵狀發生在頂梢之生長點、幼葉、塊根、莖、或果實等生長發育中的組織，其徵狀因作物而異，歸納如下：

(1) 頂梢的生長點和心葉生長受阻，白化或褐化而壞死，刺激側芽生長 (部份側芽也隨即壞死) 而呈叢生或簇生狀。

(2) 葉柄或莖增厚變粗短，有裂痕且木栓化，或有水浸狀壞死。

(3) 葉片畸型，變厚易碎，或皺縮捲曲，部份作物兼有葉脈間黃化徵狀。

(4) 缺硼抑制花粉、花蜜形成及花粉管發育而影響受粉，造成嚴重落花及落果。

(5) 果實畸型，發育緩慢，果皮或果肉局部木栓化或壞死而凹陷呈腫瘤狀，或果肉局部呈水浸狀，果皮增厚，果汁率低，種子發育不良。

(6) 塊根或塊莖內木栓化或黑心。

(7) 一般作物對硼的忍受性低，施用過多即引起毒害，其徵狀為成熟葉的葉緣或葉尖黃化、燒焦、捲曲或乾枯，或呈褐色斑點，毒害嚴重時極易造成落葉。

2. 發生條件

(1) 硼缺乏：

A. 雨量豐地區的河床地、石礫地、砂質土、或紅壤等，因長期淋洗作用使土

壤中硼含量極低。

B. 酸鹼度 (pH 值) 高的石灰質土壤，硼變難溶性，有效性低。

C. 乾旱時，硼在土壤中的移動性和作物的吸收受阻，更易發缺硼。

D. 氮及鉀肥過量施用也易造成硼的吸收不良。

E. 養液栽培作物，硼用量不足。

(2) 硼過量：

A. 硼施用過量。

B. 灌溉水中含硼過高。

3. 改善方法

(1) 硼缺乏：

A. 土壤施用：

缺硼土壤每公頃施用硼砂 5-10 公斤，缺乏嚴重地區可酌量增加用量。十年生或每株果實收量約 60 公斤之柑桔缺硼時，每株可施用硼砂 50 公克。壤土或更黏土壤，其殘效可維持三至四年以上，硼砂不可施用過量以防毒害。

B. 葉面噴施：

經診斷為缺硼或出現缺硼徵狀時。蔬菜以 1-2 g/L 硼砂或硼酸溶液，每週噴施一次，噴施 3-5 次即可。果樹自開花前至果實發育初期，以 2.5 g/L 硼砂或硼酸溶液，每隔一週行葉面施肥，噴施 2-3 次即可達到防治效果。注意不可過量或連年噴施，以防毒害。

C. 乾旱季節，注意灌溉。

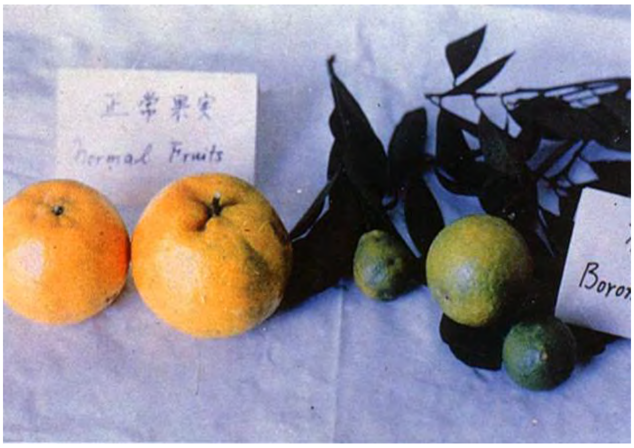
D. 酸鹼度高之土壤採用產酸或生理酸性肥料，如硫銨等，以降低根圈土壤 pH 值，提高硼的有效性。

E. 長期作物如果樹等可於適當時期採取葉片，送各區農業改場分析，據以提供第二年的施肥參考。

(2) 硼過量

A. 避免過量施硼。

B. 若因施硼過量而引起毒害時，短期內可增施氮肥及加強灌溉，以促進枝葉生長，稀釋作物體內硼濃度，減輕毒害程度。



柑桔果實缺硼。果實表面凹凸不平，皮厚、堅硬無汁，俗稱石頭柑。圖片提供人：張淑賢。

文旦缺硼。翼葉近葉柄處有橫向褐色木栓化龜裂。圖片提供人：林慶喜。

柑桔缺硼葉柄橫向褐色木栓化龜裂 (近照)。圖片提供人：林慶喜。

文旦果實缺硼。果實肥大不良，表面凹凸不平，果輕汁少而乾硬，果實中心部有褐色或黑色膠狀物。圖片提供人：林慶喜。

(十一) 鉬

1. 徵狀

鉬在植體內主要參與硝酸還原作用及豆科作物的固氮作用，缺乏時，氮的新陳代謝即受阻，因此，鉬缺乏症狀頗似氮的缺乏。鉬因參與豆科作物的固氮作用，一般而言，豆科作物較常發生鉬缺乏，但一般作物及園藝作物也可能發生。鉬缺乏時老葉顏色變淡或出現黃化，隨著缺乏程度的加深，其他部位的葉片也會顯現缺乏症狀，通常在葉綠尚未發生捲曲和枯萎前，葉脈間先顯現黃綠色或黃色斑點，嚴重時斑點數激增，且在葉片未完全成熟前即已掉落。鉬缺乏症狀主要顯現於葉部，而果實部份則不大受影響。

2. 發生條件

(1) 有機質低的粗質地土壤，其鉬含量甚低。

(2) 土壤屬強酸性 (pH＜5.5) 者，常有缺鉬現象，主要原因為鉬與土壤中的鐵、鋁結合成不溶性的鉬酸鐵或鉬酸鋁。

(3) 土壤中磷酸多時，鉬較容易被作物吸收，而磷酸不足時，鉬易缺乏。

(4) 鉬在土壤中移動至作物根部的機制，在土壤溶液鉬高於 4 µg / kg 時，主要靠質流作用，而當低於 4 µg / kg 時則靠擴散作用。土壤水分含量低時，質流及擴散均將受阻，而影響鉬在土壤中的移動和根系的吸收。

(5) 根圈附近若存在高濃硫酸根 (SO_4^{2-})、銅、錳或銨態氮 (NH_4-N)，將抑制作物對鉬的吸收。

3. 改善方法

(1) 酸性土壤施用石灰石粉或白雲石粉，可提高土壤中鉬的有效性，以矯正鉬的缺乏。其中又以白雲石粉的效果較佳。

(2) 鎂可促進作物對鉬的吸收，含鎂肥料的施用可減輕鉬的缺乏。

(3) 鉬含量偏低的土壤，應避免大量施用含硫酸根的肥料，且儘可能以硝酸態氮取代銨態氮肥。

(4) 施用磷肥可增加土壤溶液中鉬的濃度，可增進作物根部對鉬的吸收，有助於鉬

缺乏的改善，但其原因未明。

(5) 乾旱季節土壤水分偏低，應適時合宜的灌溉，以促進鉬在土壤中的移動。

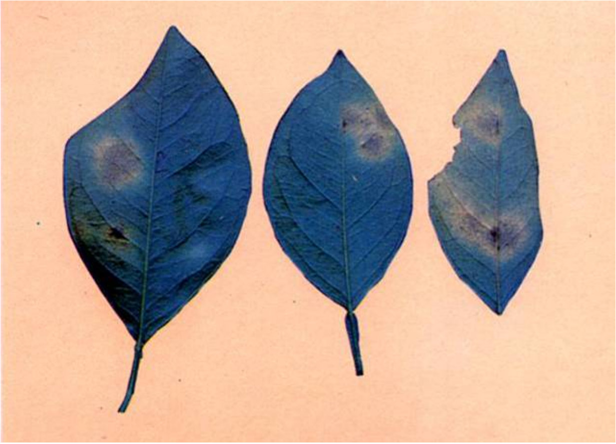
(6) 土壤施用：

缺鉬土壤每公頃可施用鉬酸鈉或鉬酸銨 200-300 公克，唯實際施用量應隨土壤及作物種類而異。由於施用量少，宜與大量要素肥料混合均勻後，再施用。除含氧化鐵、氧化鋁多，且固定能力強的酸性土壤，需酌予增加施用鉬次數外，一般土壤不需每年施用，每施用一次即可發揮數年的殘效。

(7) 葉面鉬噴施：

經診斷為缺鉬或出現缺鉬徵狀時，以 0.5-1.0 g/L 鉬酸鈉或鉬酸銨溶液噴撒葉面，每隔 7-10 噴施一次，直至症狀消失為止。

(8) 長期作物如果樹等可於適當時期採取葉片，送各區農業改場分析，據以提供第二年的施肥參考。



柑桔(柳橙)葉片缺鉬，春梢葉片呈黃色橢圓形病斑，中央褐變。
圖片提供人：張淑賢。

三、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

試驗調查區果園土壤母質與理化性質

試驗調查區果園分別坐落於**新竹縣寶山鄉**油田村、**峨眉鄉**石井村、**關西鎮**新力里及金山里等處，其依據新竹縣土壤管理組圖，各果園土壤均為山坡地。

土壤酸鹼值網格管理網格圖顯示，本示範調查區新竹縣寶山鄉油田村、峨眉鄉石井村、關西鎮新力里，其土壤強酸至極強酸性，pH 4.5-5.0居多，僅關西鎮金山里pH 5.1-5.5。由示範調查區土壤肥力分析顯示，民國98年示範區及對照區表土酸鹼度分別為4.9及4.4，底土則為4.7及4.4，民國99年則各示範點均略降0.2單位，惟至民國100及101年各示範點表土已提高至5.3，四年平均示範區表土5.1，底土4.8，均較對照區4.4及4.2高0.6 - 0.7單位，惟仍須繼續施用苦土石灰等石灰資材提高pH至5.5以上。

土壤有機質網格管理網格圖顯示，各示範調查區新竹縣寶山鄉油田村、峨眉鄉石井村、關西鎮金山里果樹產區因為投入大量之有機質肥料，土壤有機質含量豐富為30 -

50 g/kg，僅關西鎮新力里為20- 30 g/kg。土壤有機質含量民國98-101年各示範點表土示範區平均27.5 g/kg 略高於對照區26.8 g/kg，示範區底土24.7 g/kg高於對照區20.3 g/kg，惟均低於參考值30 g/kg，顯現不足現象。故推薦可施用氮不高於20 g/kg，非豆粕類但纖維素，木質素及有機碳較高或C/N較高之粗質有機資材，或以含有機質之複合肥料取代部分化學複合肥料，改善土壤理化性質。

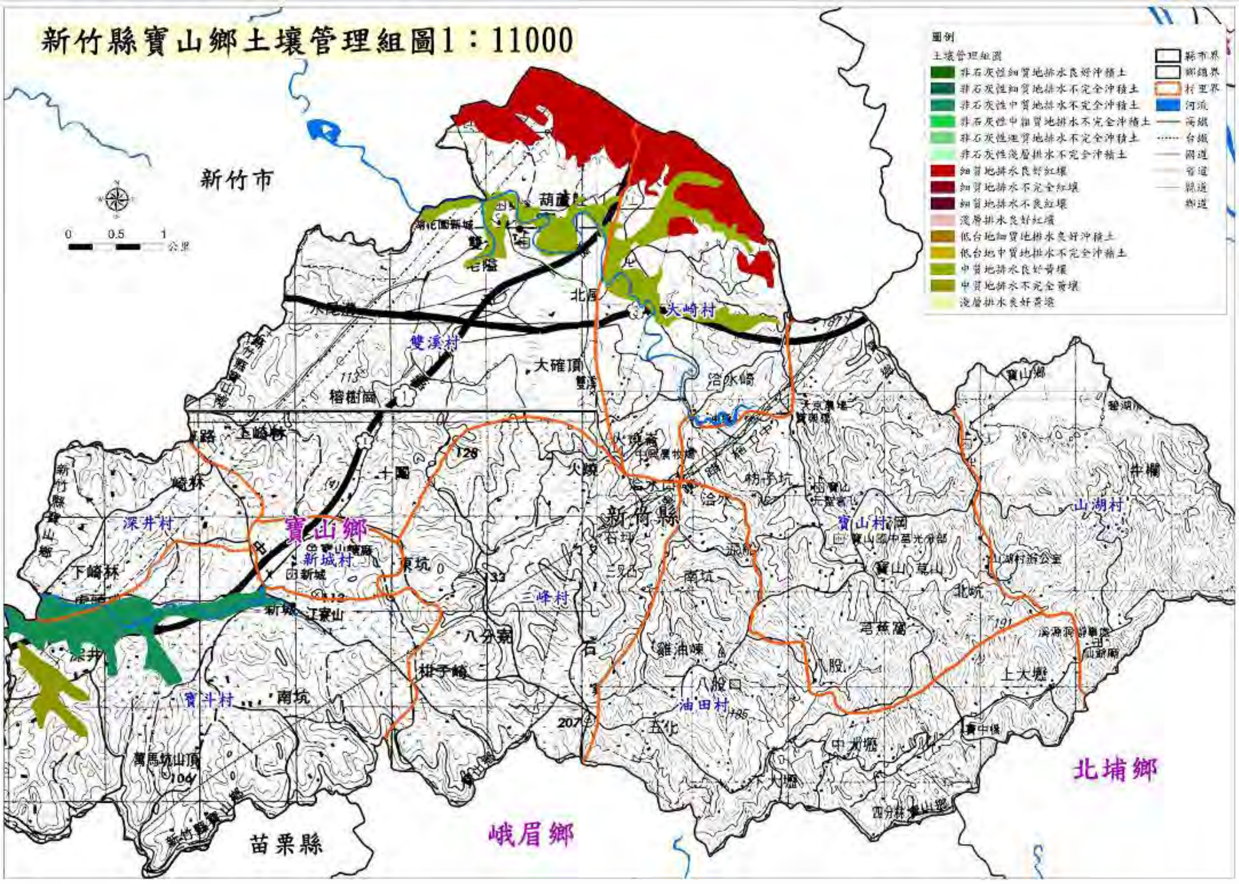


圖 4. 新竹縣寶山鄉土壤管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

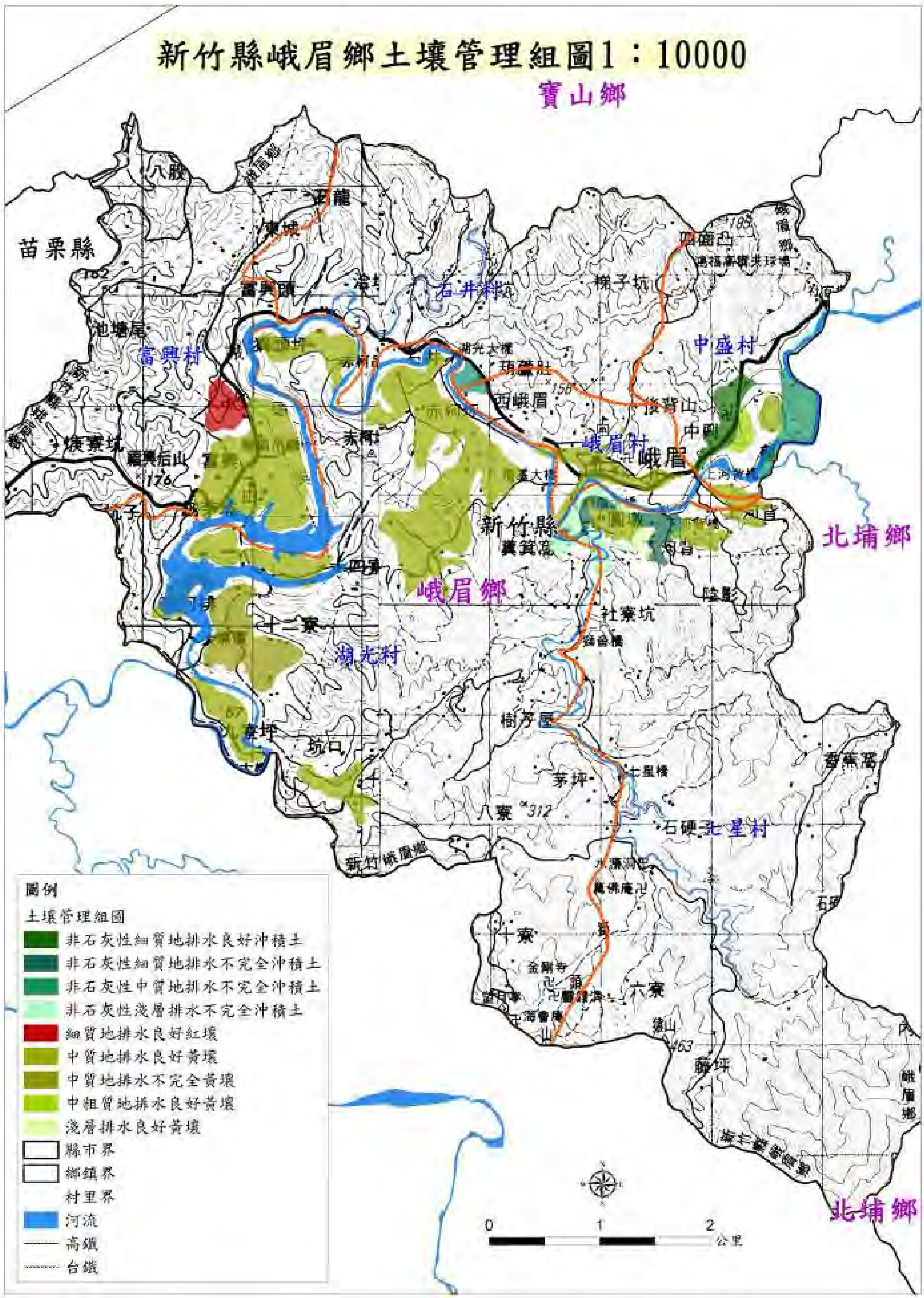


圖 5. 新竹縣峨眉鄉土壤管理組圖

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖6. 新竹縣關西鎮土壤管理組圖

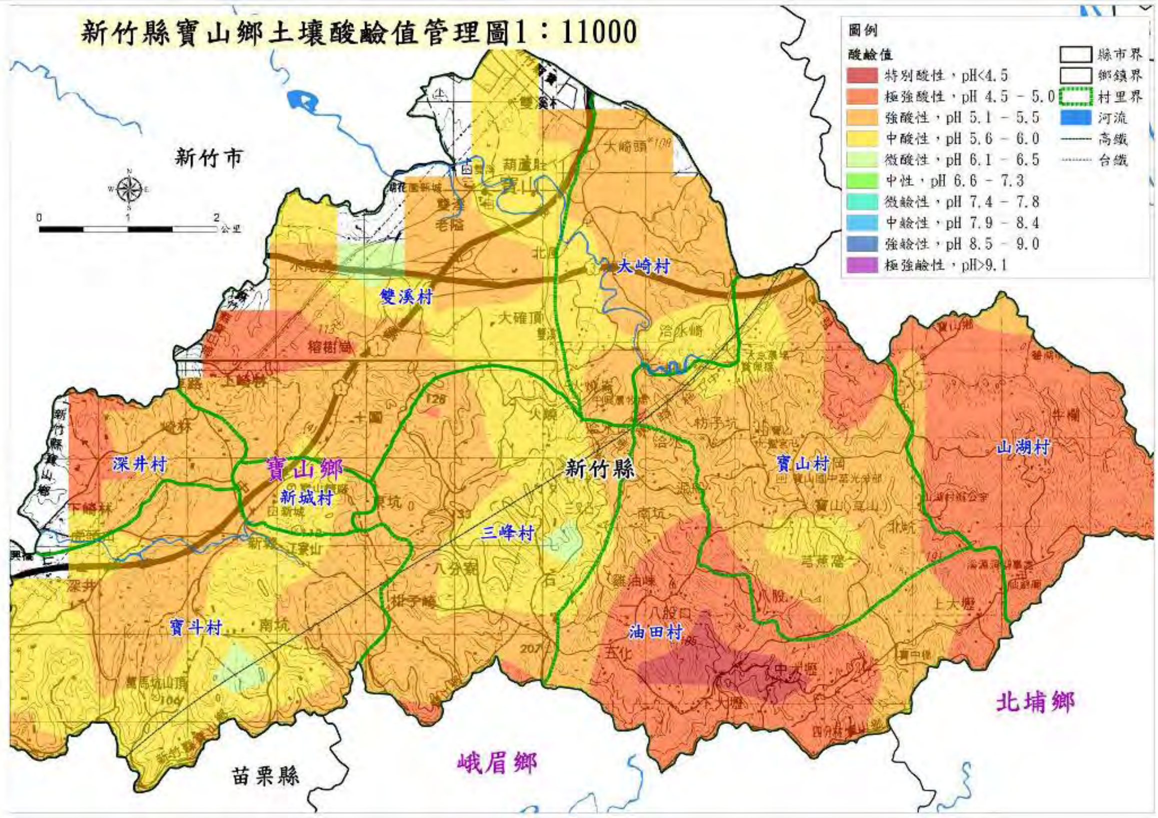


圖7. 新竹縣寶山鄉土壤酸鹼值管理圖

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

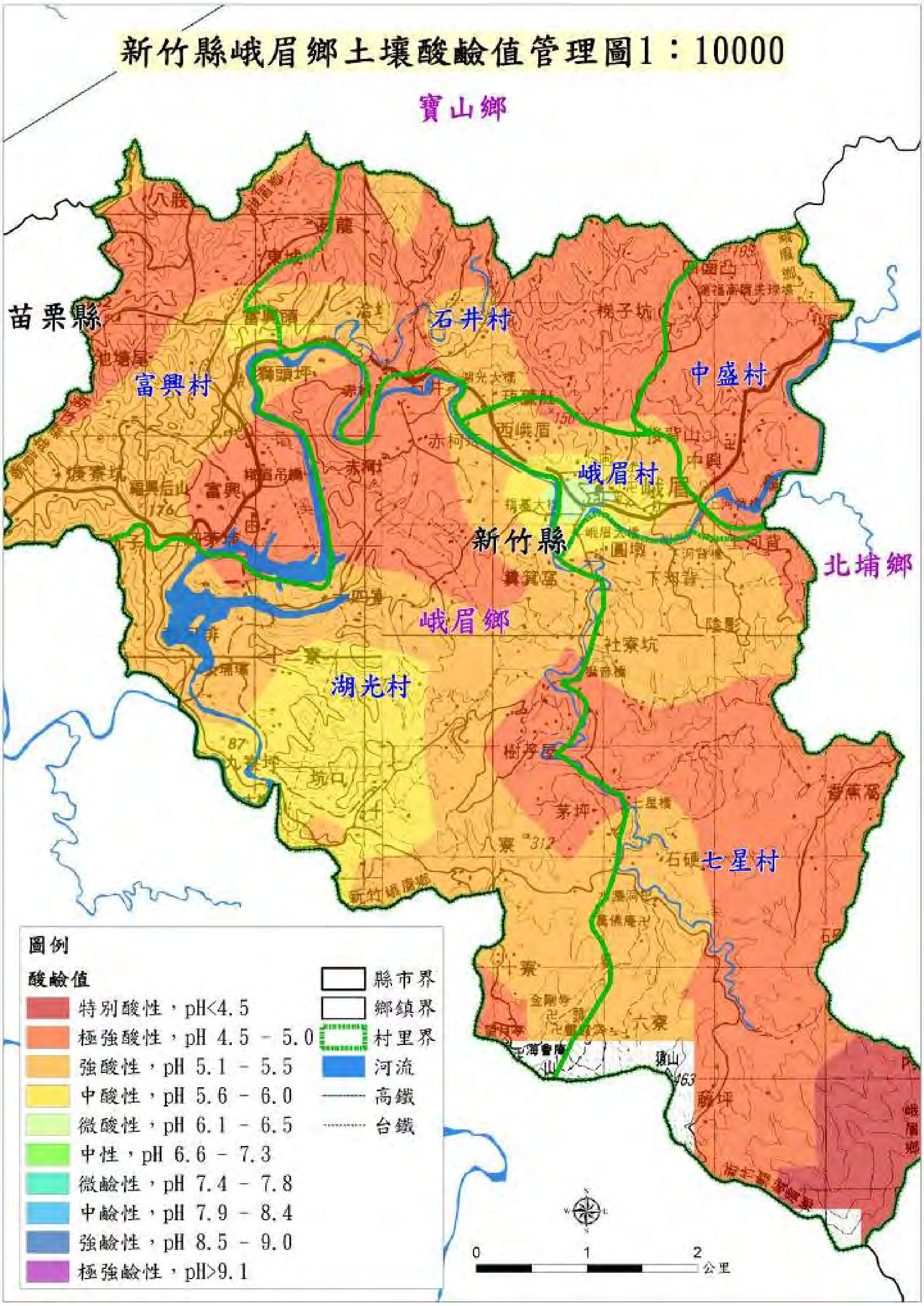


圖8. 新竹縣峨眉鄉土壤酸鹼值管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

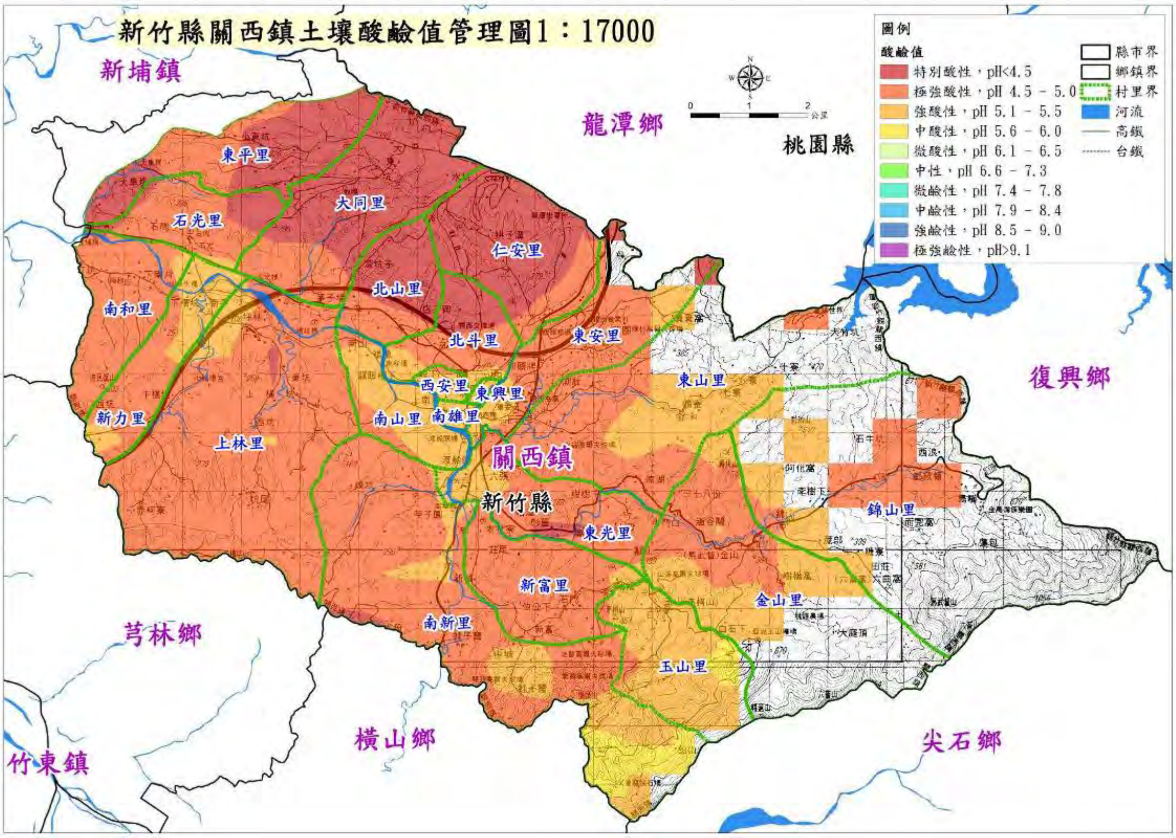


圖9. 新竹縣關西鎮土壤酸鹼值管理圖

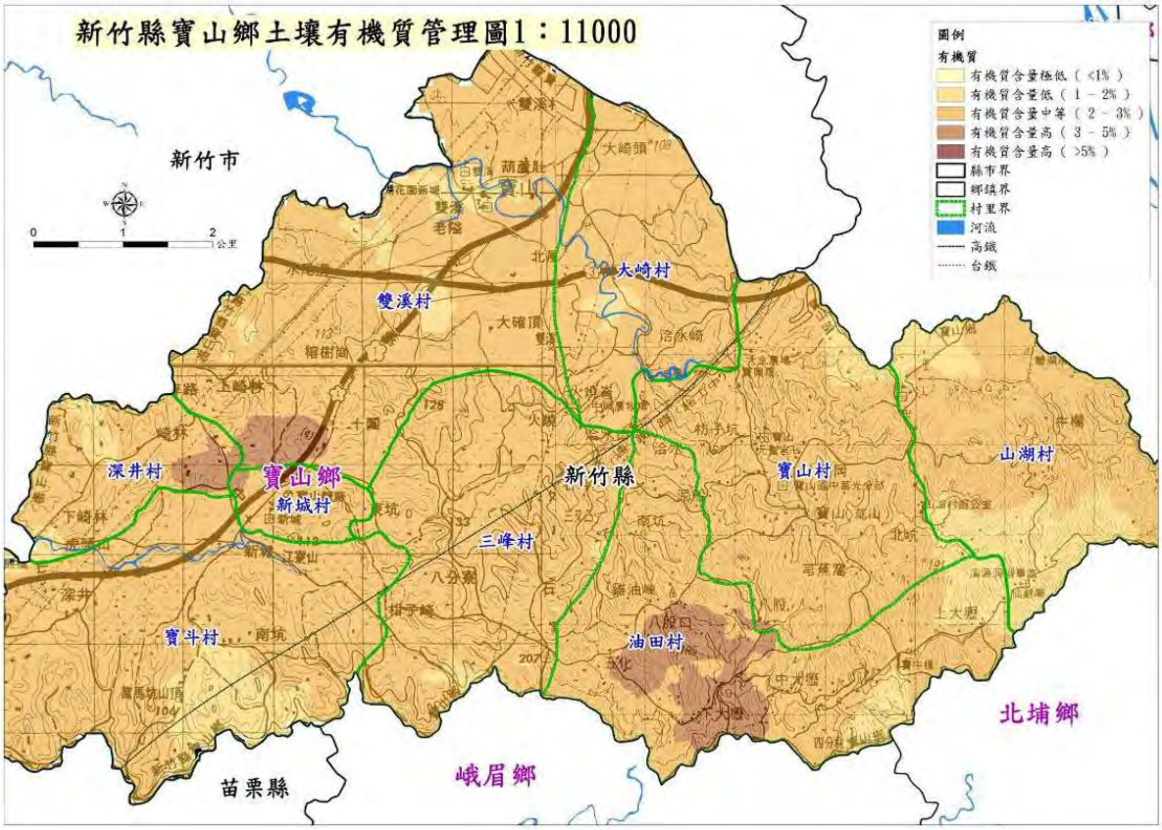


圖10. 新竹縣寶山鄉土壤有機質管理圖

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

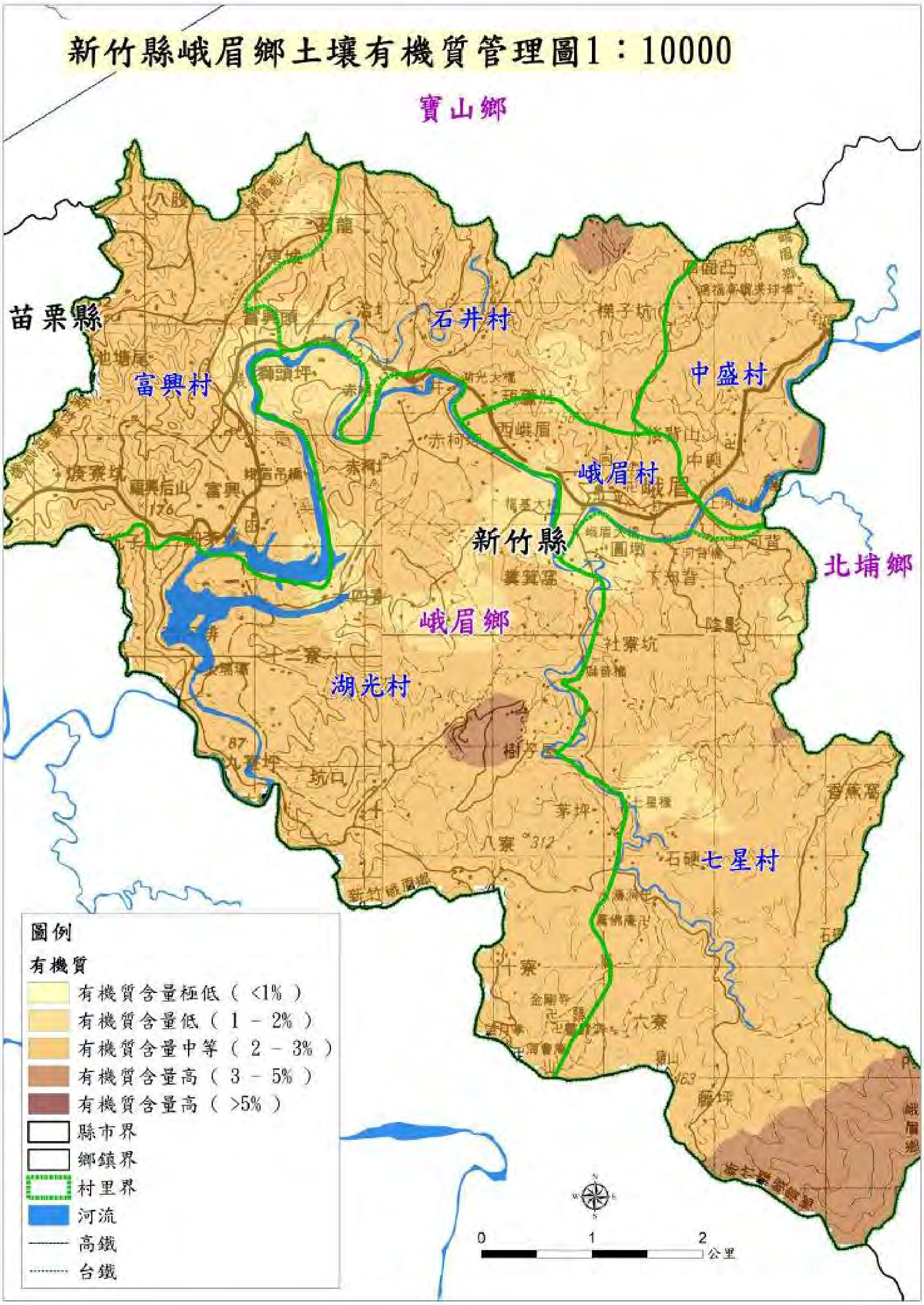


圖11.　新竹縣峨眉鄉土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

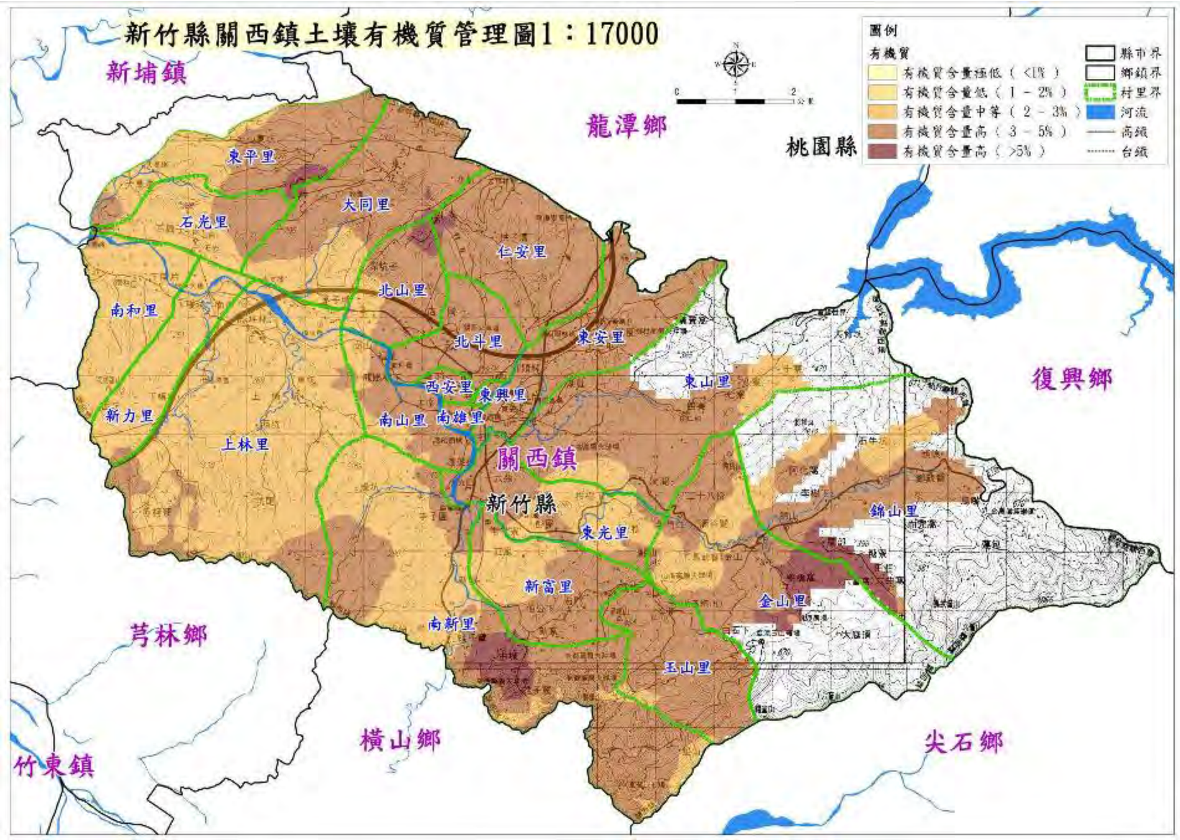


圖 12. 新竹縣關西鎮土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

施肥原則概述

經由分析結果，可調整其肥料施肥量及方法，故土壤管理為多方面向，如土壤化學性質，土壤酸鹼值 pH、EC、OM、大量要素及重金屬含量，均與作物生長息息相關，同時兼顧土壤物理性質，包括土壤水分、土壤質地等因素，另亦兼顧土壤生態環境微生物。唯有良好生態環境，對於土壤微生物繁殖與生存方有助益。微生物可經由共生固氮、溶磷、溶鉀等效益，增加植物養分吸收，減少肥料的施用，提高肥料有效利用率，故利用土壤分析與土壤資訊之土壤管理組資料庫具有極重要參考決策價值。

氣候因子對作物生育的影響甚鉅。日照和溫度影響作物對營養要素的吸收及利用，水分 (如雨水，灌溉水等) 影響養分的溶出和移動，以及作物根系吸收利用能力。在高溫高日照下，作物對氮吸收及利用快，因此，常出現新生枝葉繁茂而導致鈣的缺乏 (鈣在高溫、通氣不良的條件下，吸收率降低)、鉀的潛在性缺乏 (鉀量不充足時，在艷陽下易致全株葉片軟垂)。在低溫低日照時，作物生育速度較緩慢，此時，應施用較高濃度的氮及磷肥 (低溫時，磷被作物之吸收率大減)，以促進作物的生長。

適當的水分是維繫作物生長的重要條件。一般而言，氧氣充足，水分愈多，作物生育則愈旺盛。水分是營養要素 (肥料) 溶解的溶劑，唯有溶於水的營養要素才能迅速被作物吸收利用。在設施栽培時，水分可藉由設置的管路精確控制，而在露地栽培時，水分由灌溉溝渠或雨水提供，惟雨水提供的水量難以掌控，若雨量太大，常易造

成肥料之流失，因此，**水分管理**和肥培管理兩者必需適度配合。

土壤性質與肥培管理息息相關。粗質地土壤 (如砂質土、石礫地) 栽種作物，其土壤保水、保肥力弱，施肥宜採少量多次為宜，施肥總量可酌增 30-40 %。一次大量施用肥料，易造成作物肥傷及流失。細質地且保肥力佳的黏質土壤可多量少次方式最佳，施肥總量可酌減 20-30 %。如果是黏質土壤果園，因保肥力太強，施肥量反而需增加。**強酸性和石灰質**土壤磷的固定能力強，除應酌增磷肥量外，亦可藉施用有機質肥料以降低土壤對磷的固定，或接種溶磷菌和菌根菌增加磷肥吸收及有效性，磷肥施用技術益形重要。**土壤排水不良**鉀的吸收受到抑制，故可酌情增施。**強酸性土壤**易發生缺鈣、鎂及錳毒害；石灰質黏板岩沖積土，土壤 pH 值偏高，易發生鐵、錳、鋅、硼缺乏，故於栽種作物前，可酌量施用，以預作防備，必要時可採葉面施肥方式補充。

柑桔生長需考量其品種和生育特性。**生育期**可分為苗期、營養生長期和生殖生長期；苗期僅須較少量肥料，肥料施用過量易致生育不良或肥傷。營養生長期則以氮肥為主，以生產足量的枝條及葉面積。生殖生長期則應適量減施氮肥，提高磷和鉀肥施用量，避免因氮肥過多，枝葉過度繁茂，而不利於果實的生長。

目前實施**草生栽培**，果園呈現一片綠油油的景象，深具生態之美。草生栽培與果樹競爭土壤養分及水分、影響土壤性質、降低農產品產量與品質，以及耕作上之不便，惟其效益可減少果園水分劇烈變化，造成果實裂果或植株因豪大雨根系受損，造成收成上的損失，故果園草生栽培仍為目前積極推廣的栽培方式。

果園灌溉方式計有淹灌、噴灌和滴灌三種，除滴灌外，其餘水分利用效率並不佳；其中淹灌因設備較為簡單且廣泛被採用，但其水分利用效率最差，因此，減少淹灌次數及可節約灌溉用水。果園種植百慕達草之土壤水分含量均較裸地者高，亦即草生栽培之土壤保水力較佳，可延長灌溉時間，減少灌溉次數，達到省水及減少灌溉人工之目的。灌溉後草生土壤保水性較佳，係因草類有助於涵養水分、草類又能調節本身蒸散作用及草類之覆蓋能減少地面蒸發等。於豪大雨後果園最忌積水，避免土壤水分飽和時間過長而影響根呼吸，果園實施草生栽培，草生土壤較裸地土壤易乾可減少浸水時間。其原因應與草類減少入滲量增加逕流量根死亡後留出之大孔隙，增大滲漏速率，以及草生自身對蒸散作用之調整等因素有關。故果園實施草生栽培，無論於一般灌溉後維持土壤水分和豪雨後排除水分皆有正面效果。

果園草生栽培會造成草與果樹競爭土壤養分的問題，惟估算果園草生自土壤移出的養分量而加以補充，果樹的養分便不會缺乏，故以養分管理觀點而言，果園內草類是可與果樹共存共榮的。草雖然與果樹競爭養分，惟從另一觀點，草可有效截留可能流失養分之利器，覆蓋作物密佈之根系可吸取土壤中多量的有效性氮，因而減少硝酸態氮之淋失，而草死亡腐化後其所含養分仍將釋出，再供果樹利用。此作用同時將向下淋洗之養分重新回到土壤表層，增加肥料利用率。果樹栽培上施用之氮肥甚多，其易因淋洗作用損失，採行草生栽培因可減少硝酸態氮之淋失，地下水污染亦得以降低。此和一般裸地施用化肥後有相當量流失，而不易回收來比較是相當有助益的。

土壤有機質對土壤性質、植物生長及土壤微生物均有正面之功效，土壤有機質為儲存養分之重要場所，經礦化作用可釋出或溶出土壤養分供果樹吸收，亦可做為土壤有益微生物活動所需之碳、氮等元素來源，因土壤有機質能減低土壤之內聚性、塑性及黏著性，使土壤更便於耕犁。此外，有機質能促進及穩定土壤粒團，使土壤通氣及

透水性良好，適於植物生長，故果樹草生栽培提高果園土壤有機質改善土壤性質。

果園草生栽培較裸地栽培更能涵養水分，可減少灌溉次數，達到省水和省工之目的。

五、柑桔三要素氮-磷-鉀之養分管理與施肥量推薦

(一) 舊版施肥手冊

柑桔施肥量係以表1為推薦量，幼樹1-3年生每年每株施用氮、磷酐及氧化鉀均為75公克 (換算43號複合肥料(15-15-15) 0.5公斤)，幼樹五年生則為150公克 (換算43號複合肥料1公斤)。

成樹則以產量為基準，每株產量40公斤，氮-磷酐-氧化鉀=500-250-375公克 (換算5號複合肥料(16-8-12) 3,125公克)，其餘每株產量60、90、120及150公斤，氮素-磷酐-氧化鉀分別為600-300-450、800-400-600、1,000-500-750及1,200-600-900公克 (換算5號複合肥料3,750、5,000、6,250及7,500公克)。土壤質地如為礫質地或粗質地肥分易流失之土壤，施肥量可酌增30-40%，細質地保肥力佳之黏質壤土可酌量減施20-30%。

草生柑桔園，春肥及果實發育期之氮肥宜增加20-30%。另，春肥及果實發育期氮肥過多，將影響果實品質和著色，以及花芽分化，採收後之肥料可改用2號(11-9-18)代替5號複肥。

表1. 柑桔施肥量

樹齡或產量	氮	磷酐	氧化鉀	換算成複合肥料用量 (成樹用 5 號(16-8-12)，幼樹用 43 號 (15-15-15))
幼樹 1-3 年生	75	75	75	500
幼樹 5 年生	150	150	150	1,000
成樹 40 公斤/株	500	250	375	3,125
成樹 60 公斤/株	600	300	450	3,750
成樹 90 公斤/株	800	400	600	5,000
成樹 120 公斤/株	1,000	500	750	6,250
成樹 150 公斤/株	1,200	600	900	7,500

施肥時期需視各地生育情形及品種酌予提前或延後。 採收期：椪柑 11-12 月、柳橙 12-1 月、桶柑 1-2 月；文旦 8-9 月。開花結果期：椪柑 2-3 月、柳橙 3-4 月、桶柑 3-5 月；文旦 4-5 月。果實發育期 (幼果期)：椪柑 6-8 月、柳橙 7-9 月、桶柑 7-10 月、文旦 6-7 月。另如施用 10-20 公斤之植物渣粕類有機質肥料(含氮 5%以上)，化肥氮應減施 350-700 公克。

施肥時期與分配率如表 2 所示，施肥方式如下。

1. 有機質肥料可土壤改良劑石灰資材同時施用，省工且避免土壤硬化。但化學氮肥施用須與石灰間隔半個月至一個月，不可與石灰同施，以免氮脫失。
2. 採後之施肥，宜以環狀或放射狀或條溝狀或穴狀深施，尤其磷肥不易移動需深施，上述方法可輪換使用。至於春肥及果實發育期可撒施以省工資，為提高撒施肥效減少損失，每一施肥時期可再分二次（間隔 1-2 週）撒施，且配合水分管理。

3. 實施基肥（禮肥）與土壤改良（採收整枝修剪後 冬季管理）化肥施用年施肥量（依樹齡收量而定，參閱表二）之 40 ％ ，以生產 60 公斤果實植株， 5 號複肥 (16-8-12) 為例，3.75 公斤 ×40 ％ 約 1.5 公斤/株。一或半個月後再施石灰或苦土石灰（土壤 pH 5.0 以下才需要），及有機質肥料。
4. 有機質肥料如選用含氮 50 g/kg 以上粕類或含有機質之複合肥料，用量約 10-20 公斤/株。如採用含氮 30 g/kg 以下之腐熟堆肥則用量約 20-30 公斤/株 （0.5-1 包），兩者均需開溝掘穴與石灰或苦土石灰混合施入 30 公分之根域土層。
5. 幼果期與生理落果後追肥兩次以上分次撒施化肥年施肥量之 25% ，以生產 60 公斤果實植株，台肥 5 號複肥為例，3.75 公斤 × 25 ％ 約 0.93 公斤/株。配合雨後土壤潮濕或灌溉實施追肥。
6. 夏肥（果實肥大期）撒施化肥年施肥量之 10 ％ (1) 5- 8 月若雨量豐沛，氮肥過多夏秋梢旺盛將影響果實品質和著色，則果實發育期之氮肥宜減施或免施。 (2) 若為砂質土或結果量多則再施追肥，五號或二號複肥 0.5-1.0 公斤/株，配合雨後土壤潮濕或灌溉實施。如再補充單質鉀肥氯化鉀 0.5 公斤，更有助於果實品質提升。
7. 可於 8- 9 月執行土壤與植體分析，檢討與施肥改進。

次量及微量要素之施用：

依據土壤與葉片營養診斷結果，才決定是否需要施用矯正。

1. 石灰之施用：強酸性土壤（pH 值 5.0 以下）為避免缺鎂及利於各種養分均勻吸收，宜使用白雲石灰（苦土石灰），調整土壤 pH 值。石灰宜於採收後與堆肥同時混入 15 至 30 公分土壤中。石灰用量：砂質壤土施 1 噸/公頃/年，壤土或坋質壤土施約 1.5 噸/公頃/年，黏質壤土 2 噸/公頃/年。最好於幼年園或植苗前全園實施，以免成園後不易操作且容易傷樹。
2. 鎂之施用：酸性土壤發生缺鎂，除施白雲石灰外，症狀嚴重時則於春夏季施用氧化鎂 150-200 公克，或施用硫酸鎂 1 公斤/株。亦可以 20-30 g/L （50-30 倍稀釋倍數）硫酸鎂液或硝酸鎂液噴施於葉面，以藥液不滴下為度，每年噴五次。中性或鹼性土壤缺鎂，則施用硫酸鎂或採葉面噴施。
3. 硼之施用：發生缺硼症時，於 10 年生的柑園質地為黏質壤土者，每株於地面撒施 50 克的硼酸，如不再出現病徵，四年內不可再施。或於四月及六月噴施 3 g/L (300 倍釋倍數)硼酸液二次亦可，但不可連年噴施，若以春梢非結果枝作葉片分析診斷，在八月份的硼濃度 25 mg/kg 以下為缺乏。
4. 鋅錳之施用：如在葉上發生缺鋅或錳的現象，春梢葉片於八月份之鋅或錳濃度低於 25mg/kg 以下，可用硫酸鋅或硫酸錳 30-50 g/L (300-200 倍稀釋倍數)(加等量氧化鈣製成乳劑) 作葉面噴施，每隔七至十天連續三至四次。若噴施鋅錳乃浦等防治病害之藥劑，亦有防治缺鋅、缺錳效果。

表 2. 施肥時期與分配率%

肥料別	採收後至春芽萌發前	開花至著果	果實發育期
氮　肥	40	40-50	20-10
磷　肥	40 或 100	40 或 0	20 或 0
鉀　肥	30	30	40

(二) 柑桔合理化施肥參考實例或範例

柑桔合理化施肥自民國 98-101 年於新北市及新竹縣柑桔專業區共辦理 24 處示範。果園土壤分析資料如表 3、葉片分析資料如表 4。

1. 土壤肥力分析

表土酸鹼度 (pH) 民國 98 年示範區及對照區分別為 4.9 及 4.4，底土則為 4.7 及 4.4，民國 99 年則各示範點均略降 0.2 單位，惟至民國 100 及 101 年各示範點表土已提高至 5.3，4 年平均示範區表土 5.1，底土 4.8，均較對照區 4.4 及 4.2 高 0.6- 0.7 單位，惟仍須繼續施用苦土石灰等石灰資材提高 pH 至 5.5 以上；

土壤電導度民國 98-101 年各示範點表、底土介於 0.06- 0.17 dS/m，平均 0.09 及 0.10 dS/m，差異不大且均低於 0.6 dS/m；

土壤有機質含量民國 98-101 年各示範點表土示範區平均 27.5 g/kg 略高於對照區 26.8 g/kg，示範區底土 24.7 g/kg 高於對照區 20.3 g/kg，惟均低於參考值 30.0 g/kg，顯現不足現象；

Bray-1 磷含量 60-174 mg/kg，四年平均 116-134mg/kg，高於參考值 11-51 mg/kg；

交換性鉀含量 88-172mg/kg，四年平均 117-152 mg/kg，高於參考值 30-100 mg/kg；

交換性鈣含量 295-1,112 mg/kg，示範區表、底土分別為 976 及 677 mg/kg，介於參考值 570-1,140mg/kg，且較對照區表、底土為高；交換性鎂含量介於 27-180mg/kg，四年平均 115-139 mg/kg，略高於參考值 48-97 mg/kg。綜合以上結果顯示，以目前推薦施肥量已足以供應柑桔生長所需之養分；如葉片仍有顯現缺乏症狀，應與其果園水分管理有關，可利用葉面施肥方式改善，另仍需繼續施用苦土石灰等石灰資材提高土壤酸鹼度 (pH) 至 6.0，以利養分吸收與利用。

表 3. 土壤肥力分析

田區	土層	酸鹼度 (1:1)	電導度 (1:5) (dS/m)	有機質 (g/kg)	Bray-1磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
					--------mg/kg	--------	--------	--------
民國98年								
示範區	表土	4.9	0.08	30	165	112	933	59
	底土	4.7	0.07	18	161	100	404	39
對照區	表土	4.4	0.07	21	159	115	426	27
	底土	4.4	0.06	15	174	99	295	30
民國99年								
示範區	表土	4.7	0.14	31	60	153	893	169
	底土	4.5	0.14	36	62	151	903	156
對照區	表土	4.3	0.14	28	64	158	719	151
	底土	4.0	0.17	28	65	172	624	157
民國100年								
示範區	表土	5.3	0.07	27	115	172	1,112	163
	底土	5.0	0.07	28	117	127	900	145
對照區	表土	4.3	0.10	35	151	127	893	180
	底土	4.0	0.09	26	142	131	592	143

民國101年								
示範區	表土	5.3	0.07	23	132	171	964	165
	底土	4.9	0.08	17	125	88	499	121
對照區	表土	4.5	0.09	24	161	144	697	150
	底土	4.2	0.09	13	144	100	487	131
4年平均								
示範區	表土	5.1	0.09	28	118	152	976	139
	底土	4.8	0.09	25	116	117	677	115
對照區	表土	4.4	0.10	27	134	136	684	127
	底土	4.2	0.10	20	131	126	500	115
參考值		5.5-6.8	<0.6	>30	11-51	30-100	570-1,140	48-97

2. 葉片分析

柑桔葉片於 8 月中旬採取非結果枝頂端生長第三葉片，分析結果如表 4。葉片氮含量對照區 4 年中有 3 年高於適宜值 32 g/kg，示範區則較為穩定僅 1 年略高於適宜值，磷含量極穩定介於 1.2- 1.8 g/kg，鉀含量 10-14 g/kg，低於適宜值 14-17 g/kg，鈣含量 25- 35 g/kg，鎂含量 3.1-5.4 g/kg，雖均介於適宜值範圍，惟示範區葉片養分含量均高於對照區，顯示示範區減量施肥之效果與對照區並無明顯差異。另，果樹於中後期施用過量氮肥或腐熟度低的堆肥，易造成植株徒長枝增加，進而影響鉀的吸收，影響果實品質。

表 4. 柑桔葉片分析

田區	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	------------------------------------	------------------------------------	g/kg	------------------------------------	------------------------------------
民國 98 年					
示範區	31	1.5	12	26	3.1
對照區	27	1.4	12	25	3.5
民國 99 年					
示範區	30	1.5	11	29	4.6
對照區	34	1.8	10	27	4.1
民國 100 年					
示範區	33	1.2	10	27	4.9
對照區	35	1.3	10	26	.4.3
民國 101 年					
示範區	32	1.2	13	35	5.4
對照區	33	1.4	14	35	4.8
4 年平均					
示範區	32	1.4	12	29	4.5
對照區	32	1.5	11	28	4.2
適宜值	30-32	1.2-.1.8	14-17	25-45	2.6-5.0

3. 肥料用量及成本比較

綜觀民國 98-101 年肥料施用量有逐年漸減的趨勢，而肥料成本節省金額亦有逐年增加之現象。

表 5. 示範戶肥料施用量及成本比較

田區	氮	磷酐	氧化鉀	肥料總用量	節省肥料	肥料成本 (元/公頃)
	---------公斤/公頃---------					
民國 98 年						
示範區	295	225	258	778	261 (25.1%)	23,691
對照區	386	309	344	1,039		29,363 (- 5,672)
民國 99 年						
示範區	254	195	243	692	288 (29.4%)	27,619
對照區	339	273	368	980		34,730 (- 7,111)
民國 100 年						
示範區	254	195	243	692	288 (29.4%)	19,571
對照區	339	273	368	980		27,632 (- 8,061)
民國 101 年						
示範區	244	183	217	644	306 (+32.2)	18,284
對照區	351	286	313	950		27,007 (- 8,723)
4 年平均						
示範區	262	200	241	703	286 (28.9%)	22,440
對照區	354	285	350	989		29,782 (- 7,342)

4. 產量、產值及效益比較

綜觀民國 98-101 年產量及收益有逐年有逐年增加之現象。

表 6. 產量、產值及收益比較

田區	產量 (公斤/公頃)	增產 (公斤公頃)	收益增加 (元/公頃)
民國 98 年			
示範區	21,236	+2,643 (14.2%)	8,887
對照區	18,593		
民國 99 年			
示範區	20,036	+36 (0.2%)	8,718
對照區	20,000		
民國 100 年			
示範區	17,743	+814 (4.8%)	38,990
對照區	16,929		
民國 101 年			
示範區	17,667	+750 (+4.4%)	38,290
對照區	16,917		
4 年平均			
示範區	19,226	+1,072 (5.9%)	23,181
對照區	18,154		

六、結論

北部地區土壤大多為強酸性土壤，對肥料利用率較低，須以農用石灰資材改良，另，有機質肥料亦須針對土壤肥力加強管理，以利作物生長，而柑橘施肥量及施用方法，以目前施肥手冊推薦量施用為原則，應依據土壤分析結果調整施肥量，將可達節省肥料用量，降低成本及增加總收益的效果。

第一章　柑桔第三部分

南部地區土壤性質與柑桔施肥推薦參考資訊

臺南農業改良場 潘佳辰

一、栽培風土條件與主要品種

(一) 氣候條件

柑橘生長的溫度範圍為 12- 36℃，然最適之生長溫度為 24- 30℃，溫度的變化宜配合柑橘生育週期，在秋冬季溫度宜低、並配合土壤乾燥，以抑制營養生長，充足日照才能生產高品質的柑橘果實。

(二) 土壤條件

土層深厚排水及通氣良好的砂質壤土或壤土，土壤酸鹼值範圍在 5.5-7.5 較為理想，因為各種營養要素之有效性最高。

(三) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

柑橘為芸香科 (Rutaceae) 的植物，當中又以黃皮屬 (Clausena)、枳殼(Poncirus)、金柑屬 (Fortunella) 及柑橘屬 (Citrus) 等具經濟性。

柑桔類作物栽培產地面積分布於**臺南** (柳橙：1,859 公頃、文旦柚：945 公頃、椪柑：912 公頃、白柚：327 公頃、檸檬：30 公頃、葡萄柚：26 公頃、茂谷柑：24 公頃、桶柑：1.4 公頃、其他柑桔類： 3.3 公頃)、**嘉義** (椪柑：1,870 公頃、柳橙：988 公頃、葡萄柚：298 公頃、茂谷柑：205 公頃、文旦柚：174 公頃、白柚：75 公頃、檸檬：33 公頃、桶柑：6 公頃、其他柑桔：45 公頃)、**雲林** (柳橙 1,601 公頃、椪柑：455 公頃、茂谷柑：373 公頃、文旦柚：230 公頃、葡萄柚：91 公頃、白柚：34 公頃、檸檬：16 公頃、其他柑桔：42 公頃)。(民國 101 年優質柑橘果園作業管理、農糧署農情報告資源網) 。

(四) 栽培管理

1. 水分灌溉管理

   生育期間土壤水分供應，對植株生育、產量及品質的影響大。果園供水不均，植株根群吸收受阻，影響養分吸收，造成樹勢生長不佳，因此，果園應設置灌溉系統，適時、適期供水，以利根群生長及營養元素吸收及運移。針對地下水位高者或排水不佳之果園，應加強地上及地下之排水改善，避免因連續下雨積水或土壤 飽和造成對根群生育之傷害（根部腐爛）(張汶肇、卓家榮，2009) 。

2. 栽植密度與目標或預期產量

品種	柚類	葡萄柚	甜橙	檸檬
行距*株距(公尺)	7-8 × 6-7	6-7 × 5-6	6 × 4	6 × 4

(民國 101 年優質柑橘果園作業管理)

二、植體營養診斷與土壤採樣

(一) 養分需求與各種養分之生育功能

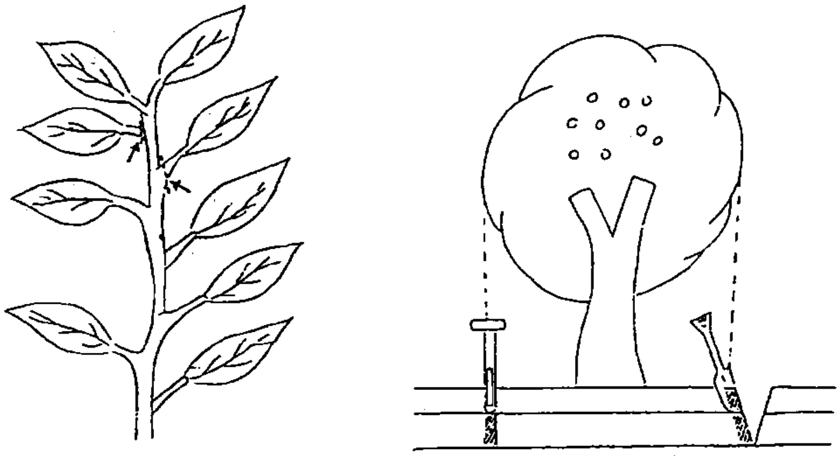
根據不同生育時期施用柑桔所需營養元素，生育初期著重氮肥的施用，以促進植株及葉片發育，開花結果後注重磷鉀肥多施，促進光合產物合成及運送。

(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙介紹

土壤施用氮肥過多時，容易造成葉片及果實偏大；採收時，葉片若仍呈現濃綠色，則易影響果實品質。土壤中若有效性鉀高，當鎂鉀比小於 1.5 時，容易造成鎂吸收受阻，使老葉黃化，亦可能出現乾米的現象。

(三) 土壤與葉片採樣方法

柑桔之土壤與葉片採樣方法如下圖所示，葉片採樣部位 (春梢無結果枝且為停止梢第三或第四葉)，土壤採樣部位與深度 (於樹冠直下依 0-15，15-30 公分，分層採土)。



柑桔葉片採樣 左) 與土壤採樣 (右) 方法示意圖

1. 柑桔之土壤採樣方法
   (1) 在樹冠外圍直下方採土。
   (2) 先將土表雜草拔除，然後以土鑽、鋤頭或圓鍬等工具依 0 - 15 公分，15 - 30 公分兩個深度分別採土，分盛於兩個容器 (水桶或臉盆) 內。
   (3) 全園視面積大小分散採取 8 - 12 處，都按採樣深度分別裝入這兩個容器內，再分別混合而成兩個樣品。
   (4) 每一樣品混合均勻後約留取 600 公克，分別裝入標有深度、姓名、及品種的塑膠袋內。
2. 柑桔之葉片採樣方法 (春梢無結果枝且為停止梢第三或第四葉)
   (1) 採樣時間：八月下旬至九月上旬。
   (2) 採樣部位：採取當年生未結果枝的春梢，自頂端算起的第三或第四個葉片做為樣本，春梢的頂端還必須不長夏、秋梢和果實。
   (3) 每樹自東、西、南、北方位之肩高處各採一葉，共採四葉，循 U 字形路徑逢機選擇生長正常的植株採葉。全園視面積大小，採取 50 至 80 葉混合為一樣品。

(4) 葉片立即裝入塑膠袋內，袋子上註明姓名、住址、園址 (地段及地號)、品種及採集日期。當日立即就近送往農業試驗所或改良場分析。

(5) 採葉時應特別注意不可以誤採夏、秋梢、結果枝及抽新梢的春梢葉，否則即診斷錯誤。

三、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

柑桔類作物土壤酸鹼值適應約 5.5-6.5 時土壤養分有效性較高，故可以選擇土壤酸鹼值改良或於生長期間補充養分，確保養分充足。於耕作時可於基肥施用有機質肥料，再於各生長期各別補充所需營養元素。

臺南場民國 104 年農友土壤送樣分析數據可瞭解轄區農田肥力狀況，分析數據之誤差原因可能為採樣方法及轄區內種植柑桔送驗之土壤樣品數而有所差異。104 年臺南區農業改良場土壤肥料分析實驗室接收轄區內柑桔作物土壤送樣之結果如表一。臺南地區土壤酸鹼值約在 7.2，嘉義及雲林地區土壤酸鹼值約為 5.3 左右，地區間土壤酸鹼之差異，可發展出不同的土壤肥料管理模式。

土壤有機質應大於 30 g/kg，補充土壤有機質可添加品質優良之有機質肥料，提供良好根系生長環境。於種植過程中若追求品質而過量施用磷鉀肥，容易造成土壤有效性磷及鉀偏高。

地區間土壤有機質、土壤有效性鉀及鎂分析資料如表二。土壤有機質未達 30 g/kg 者，臺南及雲林地區約七成以上，未達比例偏高，應施用高有機碳的有機質資材，或草生栽培 (如種植綠肥大豆) 以增加土壤有機質。土壤有效性磷高於 50 mg/kg 者，臺南及雲林地區約七成以上；土壤有效性鉀高於 100 mg/kg 者，臺南及雲林地區約有七成以上。施用時需考慮作物根系是否有足夠能力吸收及植株所能保存的量。

表一、民國 104 年度臺南場轄區柑桔果園土壤送檢分析數據結果

	pH (1:1)	EC (1:5)	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
		dS m^{-1}	g/kg	----------mg/kg----------			
臺南	7.21 ± 0.83	0.2 ± 0.29	23 ± 9	174 ± 143	171 ± 119	2609 ± 867	336 ± 127
嘉義	5.15 ± 1.17	0.09 ± 0.06	32 ± 13	391 ± 296	155 ± 90	1004 ± 814	103 ± 89
雲林	5.59 ± 0.97	0.16 ± 0.13	27 ± 12	238 ± 177	219 ± 142	1441 ± 880	154 ± 91

土壤肥力分析依臺南場土壤肥料研究室分析方法。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

表二、民國 104 年度臺南場轄區柑桔園土壤送檢有機質、有效性磷及有效性鉀分佈

	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀
	<30 g/kg	>50 mg/kg	>100mg/kg
臺南	83 (491)	76 (450)	71 (416)
嘉義	47 (14)	90 (27)	73 (22)
雲林	70 (210)	85 (254)	79 (235)

[1:]數值表示為“所佔比例 (分析件數)”

文旦柚為雲嘉南地區具特色之作物，主要產地分布於臺南麻豆、下營及雲林斗六，兩地區土壤性質差異以土壤酸鹼值最為明顯 (如表三)，故在栽培管理上應配合土壤性質而調整施肥策略。例如在偏鹼性土壤地區，應適時補充微量要素，必要時得進行土壤酸鹼改良，降低土壤酸鹼值。偏酸性土壤則應適度提升土壤酸鹼值，以提高養分有效性。

普遍上的兩地區土壤 (如表四) 有機質低於 30 g/kg (比例約六成以上)。**土壤有效性磷及鉀含量**皆較高。Bray-1 磷　若高於 200 mg/kg 時，已足夠，基肥可逐年降低磷肥施用量 1-2 成。倘若 Bray-1 磷　磷低於 50 mg/kg，每分地可依情況施用過磷酸鈣 40-60 公斤。(除施用量外，宜注意施用方法與深度等施用技術。)

表三、民國 104 年度臺南場轄區文旦柚土壤送檢分析數據結果

	EC (1:5)	pH (1:1)	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
	$dS\ m^{-1}$		g/kg	---------------------- mg/kg ------------------			
臺南	0.2 ± 0.3	7.3 ± 0.7	22.7 ± 8.6	173 ± 142	172 ± 120	2648 ± 830	341 ± 126
雲林	0.18 ± 0.14	5.8 ± 0.9	27.5 ± 2.2	263 ± 183	251 ± 152	1691 ± 892	181 ± 94

土壤肥力分析依臺南場土壤肥料研究室分析方法。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

表四、民國 104 年度臺南場轄區文旦柚土壤送檢有機質、有效性磷及有效性鉀分佈

	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀
	< 30 g/kg	> 50 mg/kg	> 100 mg/kg
臺南	84 (454)	76 (412)	70 (381)
雲林	67 136)	86 (175)	82 (168)

[1:]數值表示為”所佔比例 (分析件數)”

部分地區**交換性鉀偏高** (高於 200 mg/kg)，而**交換性鈣、鎂偏低**，造成鎂鉀比小於 1.5，易使**文旦柚吸收鈣鎂出現障礙**。應於基肥施用逐次降低鉀肥約二成，並在栽培期間可補充 30-50 公斤鎂肥 (硫酸鎂)，於基肥及開花後分兩次施用，或是於幼果期葉面施用硫酸鎂 500 倍，若是中果期發現老葉已嚴重黃化，可每 10 天葉面噴施硫酸鎂。若是交換性鉀偏低 (低於 100 mg/kg)，可依土壤狀況每分地增施氯化鉀 6-10 公斤。均勻施於表面，再翻入 15-30 公分土壤中。

(一) 2009-2013 年麻豆及斗六文旦柚產區土壤肥力平均變化

1. 土壤酸鹼值變化

土壤酸鹼值對於養分有效性影響大。由 2009-2013 年土壤分析結果顯示兩地區呈現不同的土壤酸鹼值，麻豆地區多為 6.5-7.0 以上之中鹼性土壤，斗六地區則多為小於 6.0 之酸性土壤 (圖 1)。不同的土壤酸鹼值差異，會影響磷、鉀、鈣、鎂及微量元素之有效性，故面對兩地區的差異，在施肥管理方式上亦應有不同的措施，透過瞭解土壤狀況擬定園區之施肥策略。

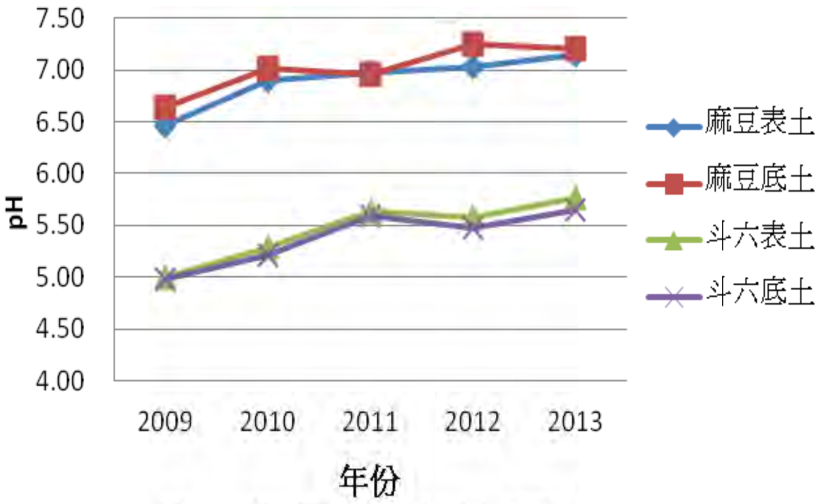


圖1、麻豆及斗六地區土壤酸鹼值變化

2. 土壤有機質

土壤有機質可以增進土壤物理、化學及生物性，農田土壤之有機質大於 30 g/kg 較佳，圖 2 顯示，僅斗六地區表土之有機質含量高於 30 g/kg。另一方面，兩地區表土之有機質均高於底土有機質，應是施用之有機質肥料大多在表土。近年來，由於逐漸重視土壤有機質含量及進行草生栽培，土壤有機質含量不論在麻豆或斗六都有逐年提升的趨勢。

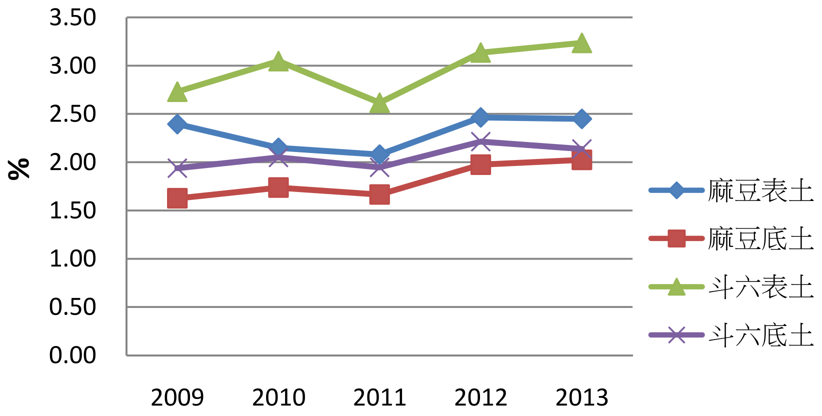


圖2、麻豆及斗六地區土壤有機質變化

3. 土壤 Bray-1 磷 (或土壤磷有效性)

圖 3 顯示，除麻豆地區底土之 Bray-1 磷量少於 200 mg/kg 外，不論是麻豆或是斗六地區土壤皆含有高量有效性磷，顯示對磷肥施用之重視程度。由有效性磷多分佈於表土亦可看出在施用肥料時，大多施用在表土。然而，需要思考的是，土壤中過多的磷是否有機會被植體利用？可以搭配葉片來評估並調整施肥策略，以降低施肥成本及提高品質。另一方面，磷肥於土壤中移動性較慢且容易被固定，是否會誘發根部集中在表土，需評估根系因劇烈水分變化造成受損之可能性，來決定是否改變磷肥施用深度。

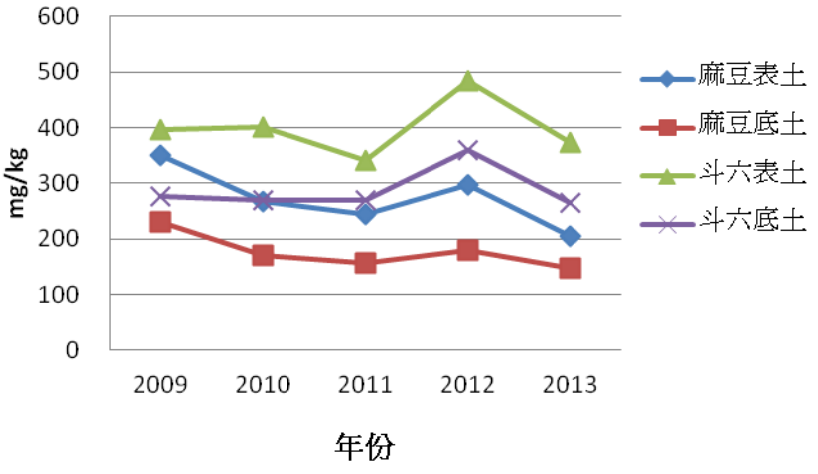


圖3、麻豆及斗六地區土壤有效性磷變化

4. 土壤交換性鉀

鉀肥為運送光合產物影響因子之一，大多數農友會施用磷鉀肥或是於文旦柚果實幼中果期施用高磷鉀以增加甜度。由圖 4 所示土壤有效性鉀含量隨著年度增加而增加，顯示越來越重視施用鉀肥，導致土壤中有效性鉀含量逐漸上升。土壤含有過多鉀離子容易造成陽離子間比例失衡，使文旦柚無法順利吸收鈣及鎂，造成葉片黃化或是果實品質下降。斗六地區之平均有效性鉀含量近年來不斷上升，需特別注意鎂鈣之吸收。不論在麻豆或是斗六地區，有效性鉀含量皆是表土高於底土，亦須思考根部是否可能集中於表土。

圖4、麻豆及斗六地區土壤有效性鉀變化

5. 土壤交換性鈣及鎂

土壤交換性鈣及鎂的含量與土壤酸鹼值有關。一般而言，土壤酸鹼值偏鹼性，土壤中交換性鈣及鎂含量相對較高。由圖 6 及 7 所示麻豆地區因為中性及鹼性土壤，其土壤交換性鈣及鎂含量較高，需注意避免過度施用蚵殼粉或鎂鈣肥進而抑制鉀肥吸收；反之，斗六地區因土壤酸鹼值較低，其有效性鈣、鎂含量則相對較低，故斗六地區應於文旦柚生長期間注意鈣鎂肥之補充。

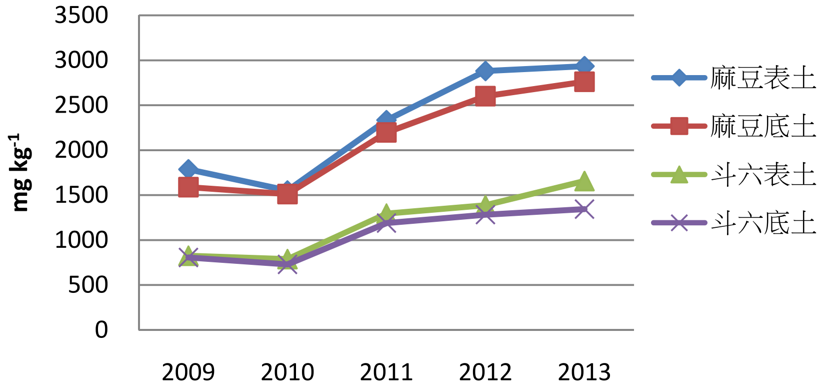


圖6、麻豆及斗六地區土壤有效性鈣變化

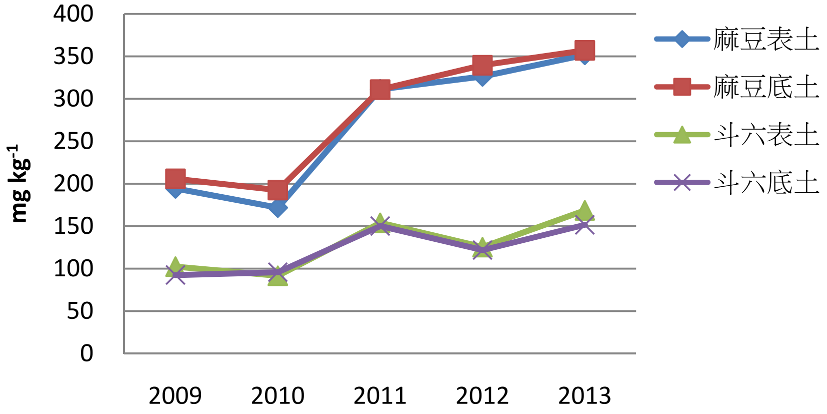


圖7、麻豆及斗六地區土壤有效性鎂變化

(二) 雲嘉南文旦柚產區肥培管理建議

麻豆與斗六地區為雲嘉南地區具有代表性之文旦柚產地，然因兩地不同的土壤性質，故肥料施用策略亦需不同。

1. 土壤酸鹼質改善

若土壤酸鹼值較高，當酸鹼值高於 8.0 時，可依情況施用硫磺粉，每 0.1 公頃施用 40-60 公斤，並且於生長期間密切注意新葉是否有微量要素缺乏症狀，並於生長期間補充綜合微量要素 (稀釋 1,500-2,000 倍)，保持樹體養分平衡。反之，土壤酸鹼值偏酸，每 0.1 公頃可使用苦土石灰 60-80 公斤，可同時補充鈣肥及鎂肥。每年於冬季休眠期施用，並且均勻灑施於地面，再翻耕入 15-30 公分土中。需等待 3-4 星期後在施用化學肥料，避免影響肥效。

2. 土壤有機質

提升果園土壤有機質可以避免土壤溫度劇烈變化、改善土壤硬化、減少肥料施用，促進文旦柚根系發育，增加養分吸收。

麻豆地區有機質含量較低，土壤有機質含量低於 30 g/kg，建議每分地可酌量施用 500-800 公斤之高有機質低養分資材，例如蔗渣堆肥及稻殼堆肥等。若是施用含氮量較高的植物渣粕類有機質肥料，應視田間情況每分地施用 80-100 公斤。施用有機質肥料後，需同時減少化學肥料施用量，尤其是氮肥，避免過多氮肥造成夏梢及秋梢大量抽生，影響果實品質並將有機質資材深施於 15-30 公分，促進根系生長。斗六地區由於土壤有機質相對較高，除持續補充有機質外，含量超過 30 g/kg 之土

壤，亦可調整施肥量，因土壤有機質分解過程中，亦會逐漸釋放養分供吸收。另一方面，透過果園草生栽培亦可以提高文旦柚果園土壤有機質含量。

3. 土壤水分管理

良好的土壤水分管理可以提升肥料吸收效率，促進文旦柚根系生長旺盛。故在果園當中，應設置灌溉系統搭配土壤水分張力監測，適時適期提供水源。大雨過後，若根系長時間處於浸水狀態，容易造成根系功能低落，導致養分及水分吸收受阻。低窪或是易淹水地區，可以加強地上或是地下排水建設，避免根系損傷。

4. 合理化施肥管理

Bray-1 磷若高於 200 mg/kg 時，磷已足夠，基肥可以逐年降低磷肥施用量 1-2 成。倘若 Bray-1 磷低於 50 mg/kg，每分地可依情況施用過磷酸鈣 40-60 公斤。

部分地區交換性鉀偏高 (高於 200 mg/kg)，而有效性鈣、鎂偏低，造成鎂鉀比小於 1.5，易使文旦柚吸收鈣鎂出現障礙。

鉀、鈣及鎂離子之吸收效率受到離子間濃度影響，一般而言，土壤鎂鉀比建議在二左右，鈣鎂比建議在 6-8 左右，文旦柚根系較容易均衡吸收鉀、鈣及鎂離子。比例偏高或是偏低，可以透過土壤補充或是以葉面施肥暫時補充之。兩地區鎂鉀比偏低 (圖 7)，鎂吸收易受到抑制，建議於基肥施用可以逐次降低鉀肥約二成，並在栽培期間可補充 30-50 公斤鎂肥，於基肥及開花後分兩次施用，或是於幼果期葉面施用鎂液體肥料 500 倍。若是中果期發現老葉已嚴重黃化，可每 10 天葉面噴施鎂液體肥料。若是有效性鉀偏低 (低於 100 mg/kg)，可依土壤狀況每分地增施氯化鉀 6-10 公斤。均勻施於表面，再翻入 15-30 公分土壤中。麻豆地區土壤有效性鎂較高，仍需特別注意鉀肥施用量，避免根圈環境導電度 (EC 值) 過高，限制根系生長範圍。

鎂及鈣對於提升果實品質亦扮演重要角色，鎂供應不足容易出現老葉黃化 (圖 9) 及果實「乾米」現象；鈣則可以增加果皮強度及耐儲藏，故需留意土壤鈣鎂比例。鈣鎂比例較高之地區，可以依田間實際情況增加鎂肥施用，常見鎂肥有氯化鎂、硫酸鎂等。

文旦柚栽培期間施用磷肥及鉀肥，雖然可以提升品質，亦可能造成土壤累積過多有效性磷及鉀，影響其他離子吸收。故在修剪枝前後，可以分析園區土壤肥力，調整下一栽培年度之肥培策略。另一方面，表面撒施肥料除了容易造成肥料流失，亦會誘導根系分佈在表土，當大雨後艷陽高照，易造成根部受損。應將肥料開溝或是穴施於土壤中，以促進肥效，降低環境汙染。

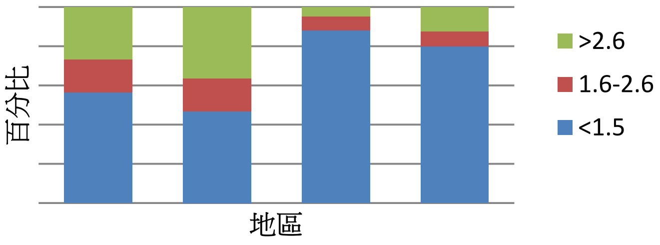


圖8、2013年麻豆及斗六地區土壤鎂鉀比分佈百分比

圖 9、葉片缺鎂徵狀嚴重

四、柑橘施肥推薦量 (舊版作物施肥手冊)

表一、三要素推薦量 (公克/株/年)

樹齡或產量	氮	磷酐	氧化鉀	換算成複合肥料用量(成樹用 5 號(16-8-12)，幼樹用 43 號(15-15-15))
幼樹 1-3 年	75	75	75	500
幼樹 5 年	150	150	150	1000
成樹 40 公斤/株	500	250	375	3125
成樹 60 公斤/株	600	300	450	3750
成樹 90 公斤/株	800	400	600	5000
成樹 120 公斤/株	1000	500	750	6250
成樹 150 公斤/株	1200	600	900	7500

註：

1. 石礫地或粗質地肥分易流失之土壤，施肥量酌增 30-40%，細質地保肥力佳之黏質土壤酌減 20-30%。草生柑橘園，春肥及果實發育期之氮肥宜增加 20-30%。
2. 若春肥及果實發育期氮肥過多，將影響果實品質和著色，以及花芽分化，採收後之肥料可改用 2 號(11-9-18)代替 5 號複肥。

表二、施肥時期與分配率(%)

肥料別	採收後至春芽萌發前	開花至著果	果實發育期
氮肥	40	40-50	20-10
磷肥	40 或 100	40 或 0	20 或 0
鉀肥	30	30	40

葉面肥

開花期前後可以葉面施用硫酸鎂 500-600 倍及市售之綜合微量元素 2,000-3,000 倍，1-2 次，每七天施用一次，施用量原則上以葉片微濕或液肥不滴下為原則。

颱風過後，搭配病蟲害防治，可葉面施用平均肥 600-800 倍及市售之綜合微量要素 2,000 倍，以快速補充植株養分。

四、結語

針對轄區偏酸及偏鹼的兩種土壤，應有不一樣的管理方式，在偏鹼性土壤地區，應適時補充微量要素，必要時得進行土壤酸鹼度改良，降低土壤酸鹼值。偏酸性土壤則應適度提升土壤酸鹼值，以提高養分有效性。加強有機質及水分管理，提高有機質含量可以提高土壤緩衝能力及促進根系生長。透過添加有機質肥料及草生栽培可以提升土壤有機質含量。水分管理可提升養分吸收效率，良好的灌溉排水系統，可以降低因突發性大雨造成根系受損之風險。若有效性磷及有效性鉀偏高，應逐年降低使用量。當年度施肥後發現樹勢衰弱，請勿擅自添加肥料，應重新核對施肥記錄簿，並與各地改良場聯絡，必要時採土送至各區改良場土壤肥料研究室檢驗。

麻豆及斗六地區文旦柚品質遠近馳名，所投入之心力是無法想像。透過分析土壤肥力數據，瞭解兩地區土壤特性，可以作為調整施肥依據。現今施肥策略已逐漸走向精緻化，若欲提升栽種品質，必須針對果園各面向分別剖析，並擬訂果園管理策略。運用歷年數據於文旦柚施肥管理，期能鑑往知來，提升文旦柚果園永續經營機會。

第一章　柑桔第四部分

宜蘭及花蓮縣土壤性質與文旦施肥推薦資訊

花蓮區農業改良場 倪禮豐、徐仲禹、劉啟祥

一、宜蘭及花蓮縣文旦栽植分佈

文旦為麻豆文旦（*Citrus grandis* Osbeck cv. Matou Wentan）的簡稱，亦稱為文旦柚，屬於芸香科（Rutaceae）柑橘屬之常綠果樹。台灣地區種植文旦的歷史始於清朝康熙 40 年（1701 年），產業發展迄今，已是目前國內重要的經濟果樹之一。而花蓮縣文旦的種植開始於 1960 年代，期間陸續取代花蓮縣瑞穗鄉鶴岡地區栽培的紅茶，種植面積逐年擴增，遂成為本區最重要的果樹產業。依據行政院農業委員會農糧署民國 100 年的統計資料，全台文旦的種植面積為 4,426 公頃，其中以花蓮縣的栽培面積最大，為 1,160 公頃，其次為台南縣（883 公頃）、苗栗縣（560 公頃），而宜蘭縣文旦的種植面積則為 279 公頃。由統計資料可知，花蓮宜蘭地區文旦栽培面積共達 1,439 公頃，佔全台文旦栽培面積的 32%，因此，文旦不僅是本區重要的果樹產業，也是全台重要的文旦產地；亦是本區重要的農業經濟收入之一。

二、品種特性

文旦植植株於每年春季萌發大量新梢，是當年度植株結果枝與營養枝的主要來源，其中營養枝發育成熟後，構成來年的結果母枝。伴隨春梢的生長，宜花地區每年在三月中下旬開花，通常 3-4 批次的開花順序。花序可依形態分為四種，發生比率由高至低分別為帶葉花序枝、無葉花序枝、帶葉單頂花枝、無葉單花枝，其中以帶葉單頂花枝及帶葉花序枝著果率較高，無葉單花枝則大多無法著果。這四種花序的發生比率會依植株生育狀況、整枝修剪及栽培管理（含肥培）之不同而有變化。

三、宜蘭及花蓮縣文旦主要產區土壤理化性質介紹

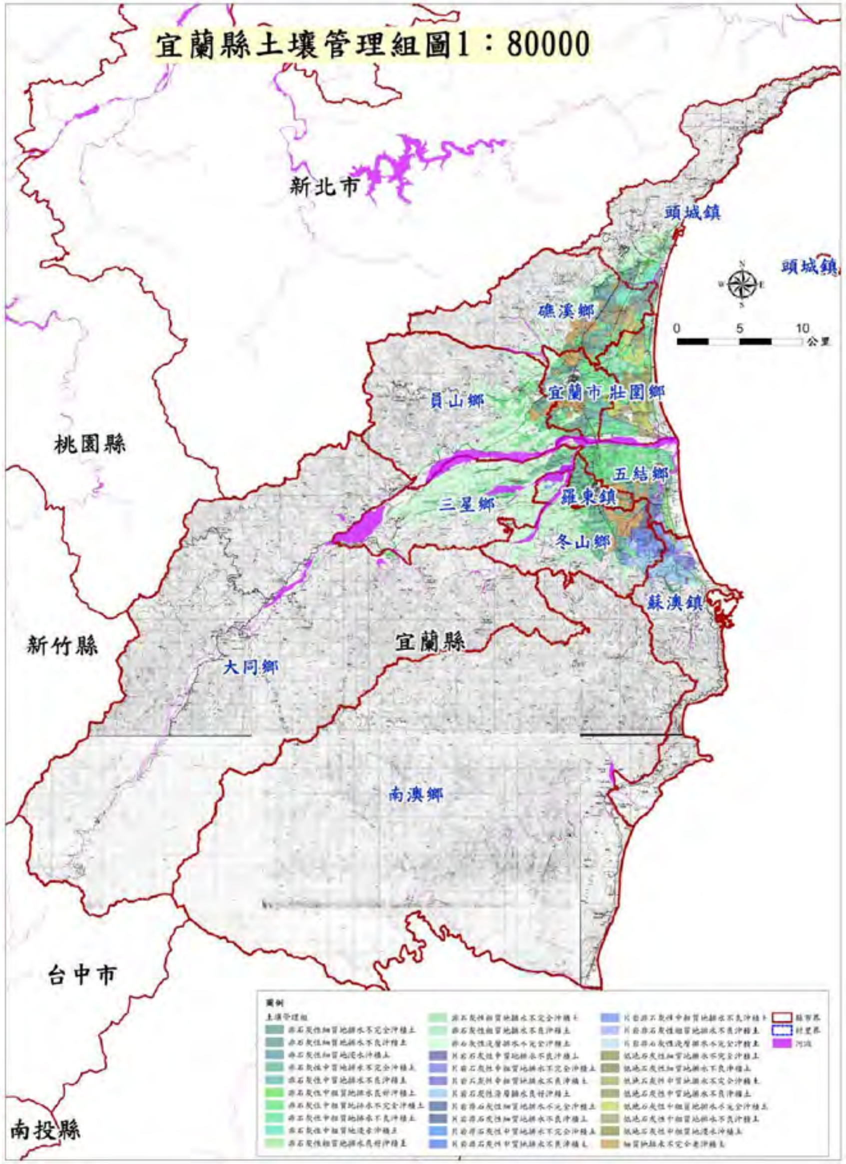
文旦在宜蘭及花蓮縣的栽培面積雖大，但大半屬粗放管理，具良好管理且已有相當口碑的產地集中在宜蘭縣冬山鄉、花蓮縣瑞穗鄉及玉里鎮，故以此三鄉鎮為例介紹栽培文旦應注意之土壤管理技術。

(一) 宜蘭縣（冬山鄉）

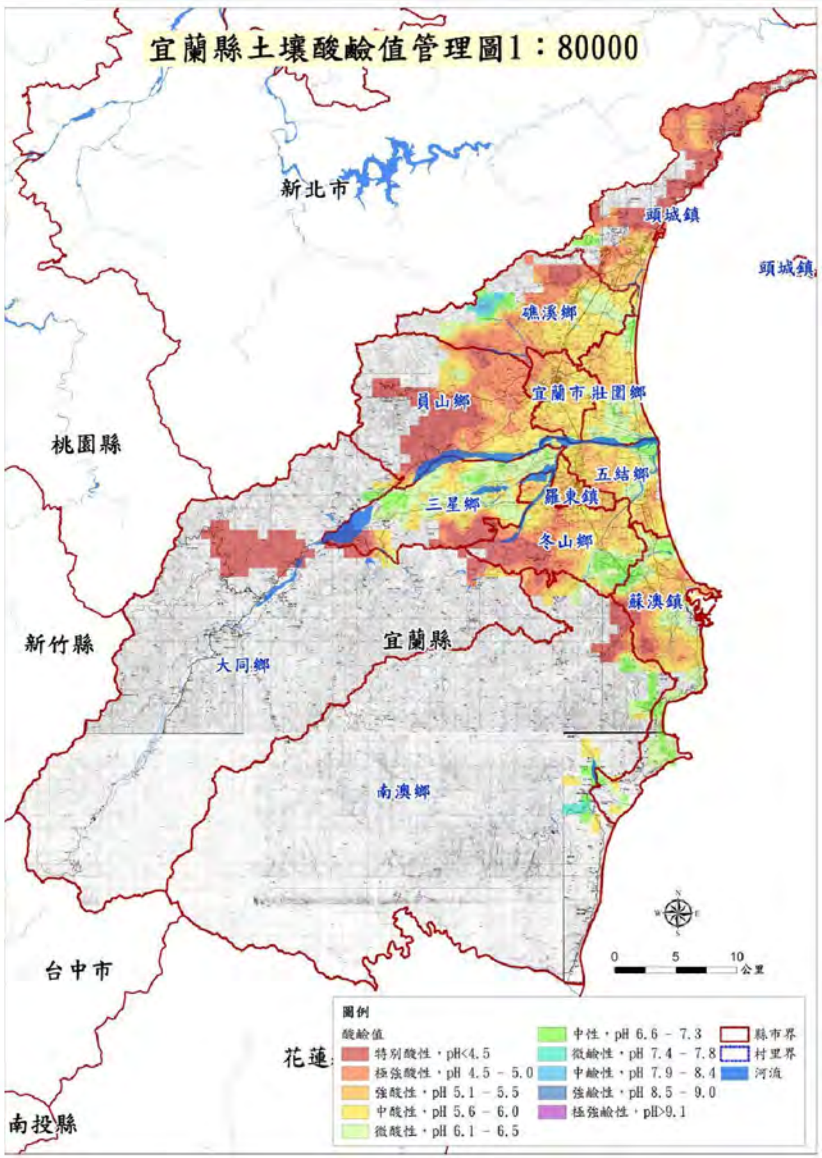
宜蘭縣的文旦產區主要分布在冬山鄉西南部坡地與平原交界處，大部分屬非石灰性中粗質地沖積土，土壤偏酸（Ph ＜ 5）且有機質含量低。早期因株齡與土壤條件等因素，文旦品質並不佳，近年因輔導使用石灰資材改良土壤酸性，果實品質才趨穩定。

(二) 花蓮縣（瑞穗鄉及玉里鎮）

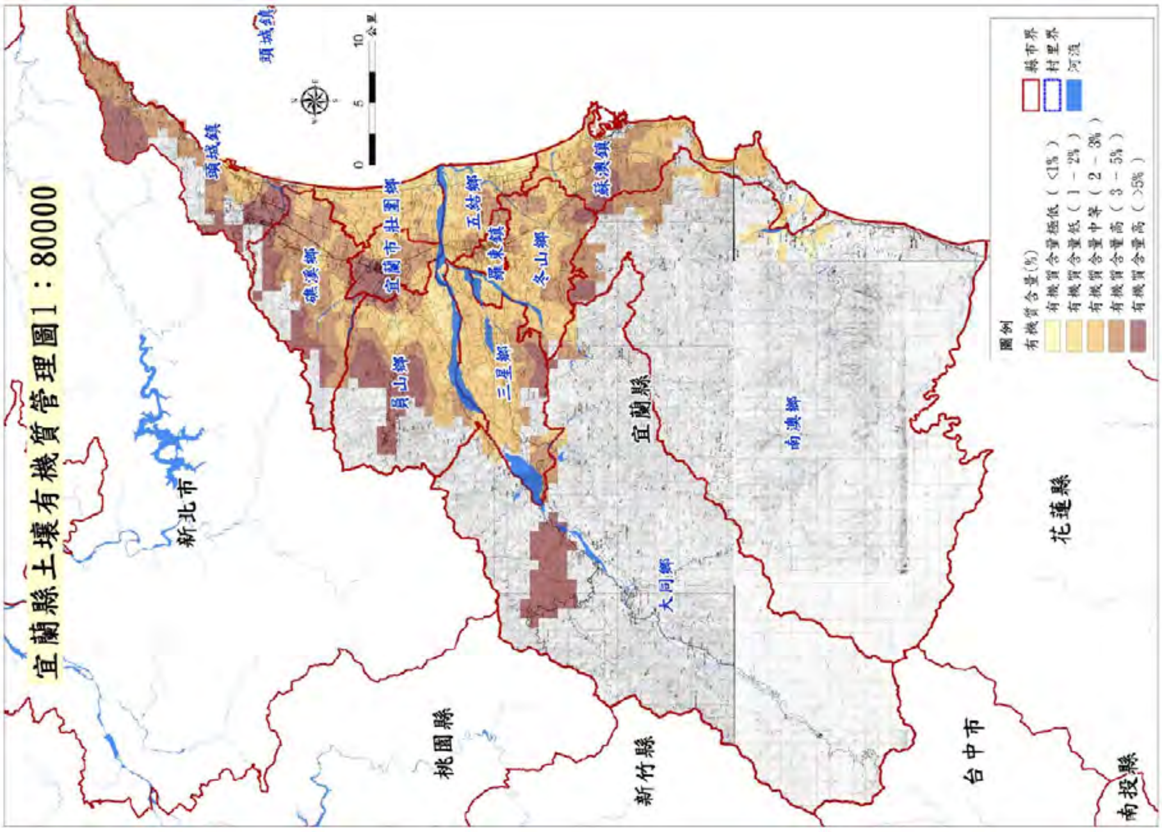
花蓮縣最重要的文旦產區集中在瑞穗鄉及玉里鎮海岸山脈西側（鶴岡文旦及東豐文旦），土壤主要為東岸母岩沖積土，土壤偏酸且有機質含量低，常伴隨缺鎂情形。



圖一、宜蘭縣土壤管理組
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

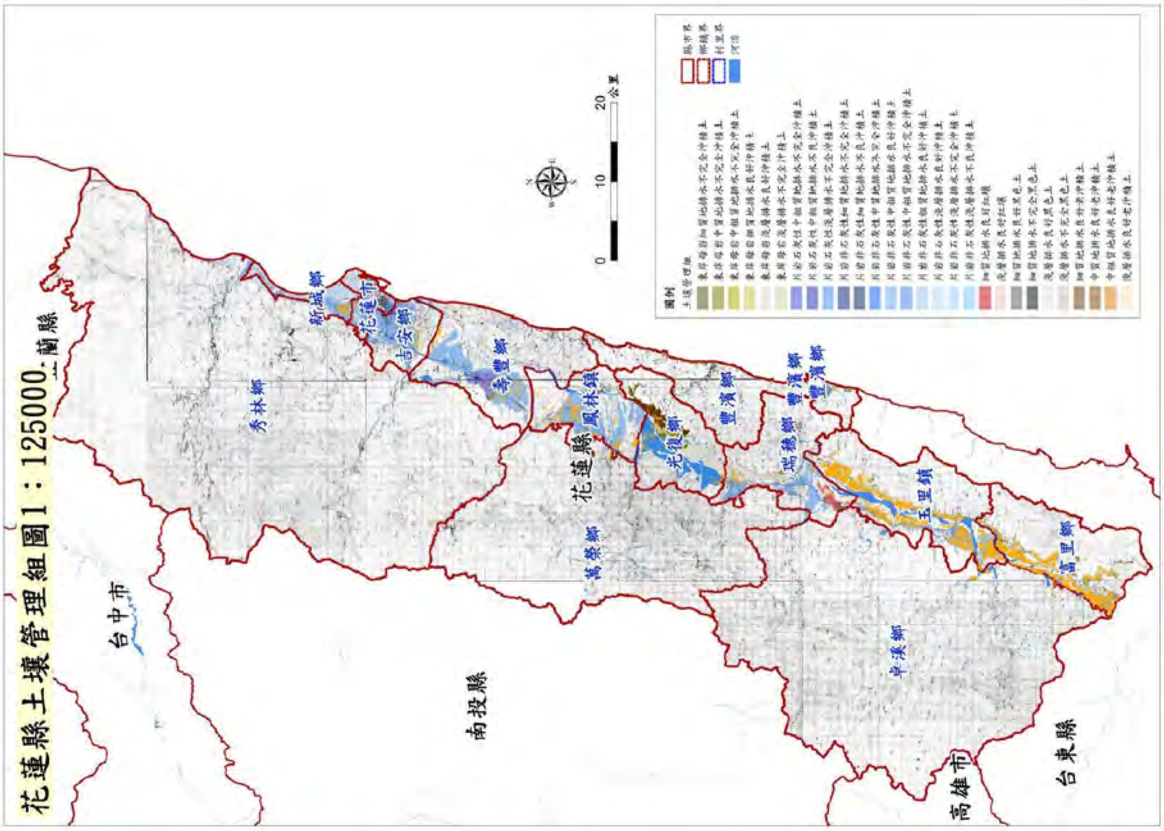


圖二、宜蘭縣土壤酸鹼度
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



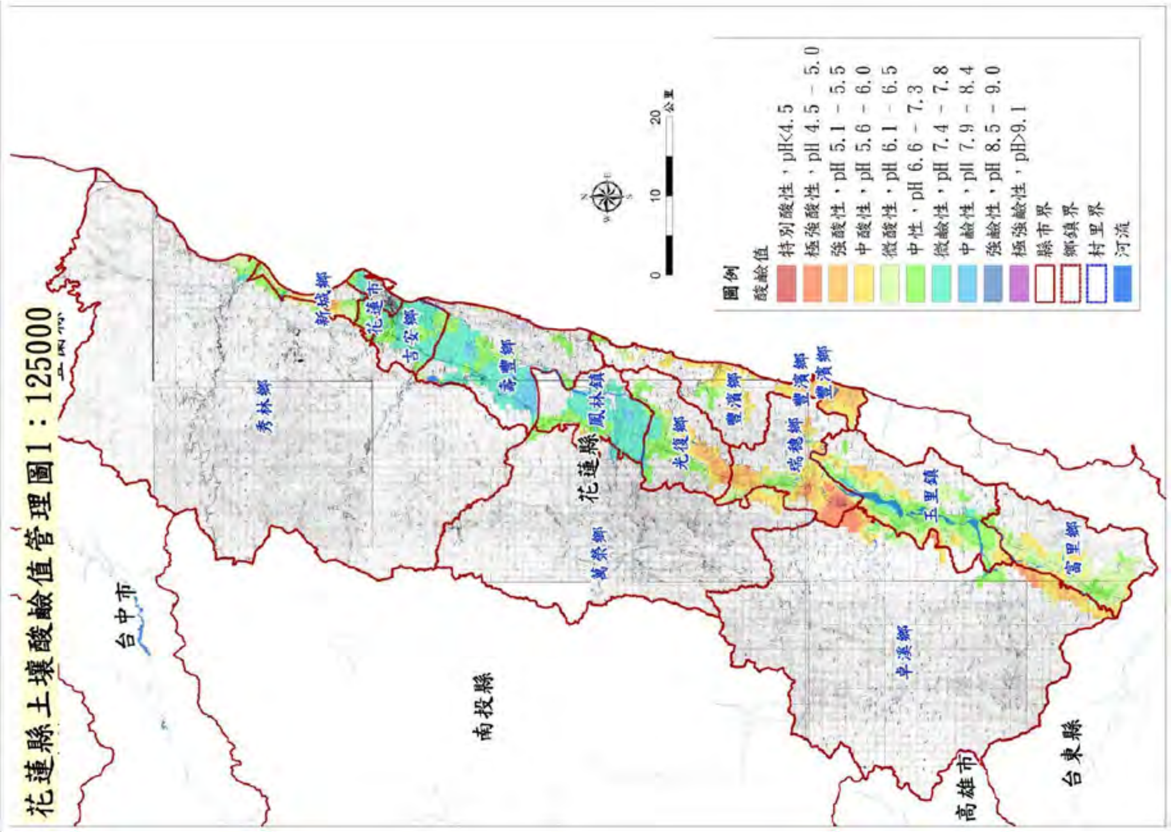
圖三、宜蘭縣土壤有機質

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



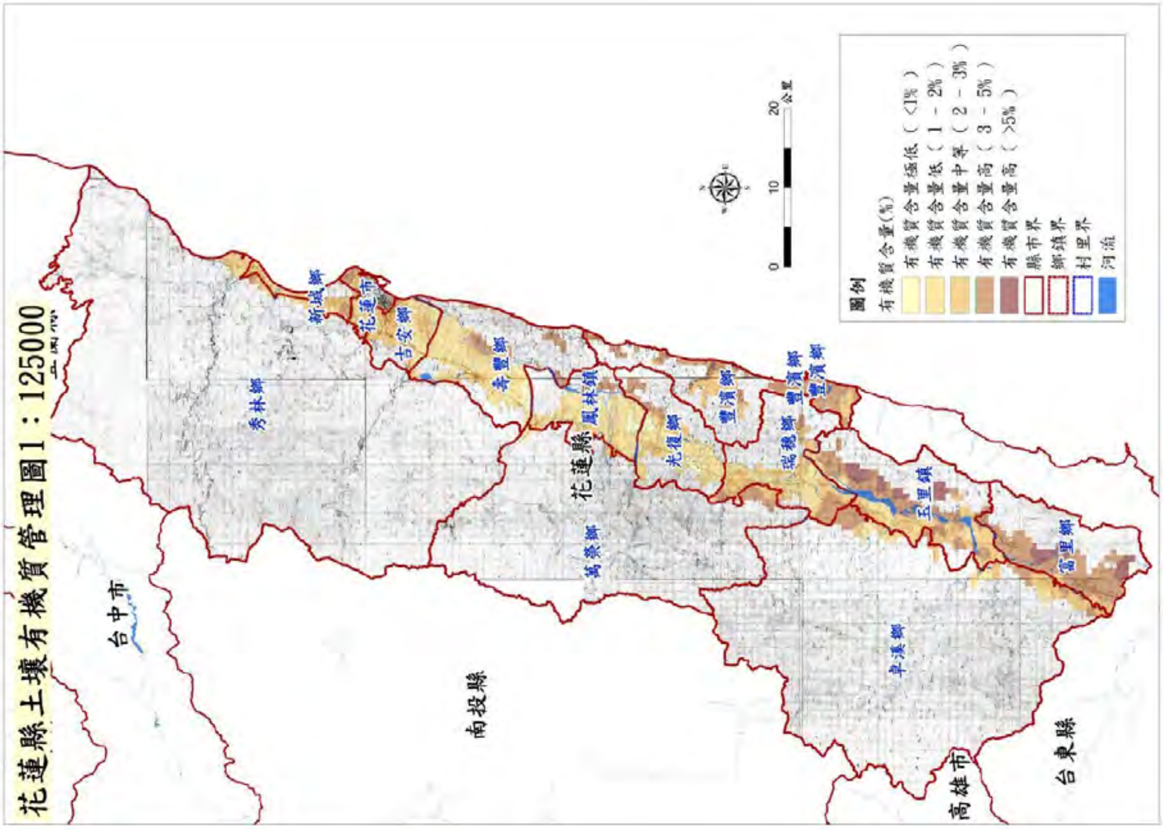
圖四、花蓮縣土壤管理組

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



圖五、花蓮縣土壤酸鹼度

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



圖六、花蓮縣土壤有機質

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

四、土壤及葉片分析營診斷

(一) 肥培管理的常見問題

氮肥施用過多導致植株生育旺盛，進而影響果實品質，是花蓮宜蘭地區文旦肥培管理上最常見的問題。

氮肥施用過量會造成植株營養生長旺盛，葉色濃綠且葉型偏大，其生產的文旦容易有果實過大、果皮太厚與果實延後成熟導致糖度不足等問題，尤其是梅雨季節的連續降雨，或是果實生育中後期颱風季節的降雨，往往導致文旦樹體萌生多量的新梢，造成與生育中的果實競爭營養的狀況，也對果實品質產生不良的影響。此外，依據本場土壤檢測分析的結果可知，部分地區的文旦果園較易發生鉀肥施用不足的現象，同樣不利於果實品質。

文旦果樹葉片的缺鎂黃化情形

典型之缺鎂文旦葉片

(二) 調整策略

針對前述氮、鉀肥施用的問題，合理化施肥是最好的解決策略。合理化施肥就是根據果園土壤及使用肥料的特性來調整肥料之施用，可有效節省肥料用量，提高肥料之使用效率，避免過量施肥所造成生產成本的浪費，或是果園土壤酸化、鹽化以及水源環境污染等問題。在實際操作上，文旦合理化施肥的第一步，就是果園土壤與葉片的取樣化驗，相關的取樣時間與方法可參考本刊附錄，之後再依據檢測結果並參考上期果實產量品質等因素，以進行土壤改良與施肥的調整。有關於檢測結果的分析與各項施肥的調整策略，可直接洽詢本場作物環境課土壤肥料研究室辦理。

(三) 養分障礙與矯治方法

花蓮縣瑞穗鄉及玉里鎮海岸山脈西側，土壤主要為東岸母岩沖積土，土壤偏酸且有機質含量低，常伴隨缺鎂情形，原不適合種植文旦，但早期推廣使用苦土石灰，已有相當的改善。惟近年輔導時偶而可見整區文旦呈現缺鎂症狀，顯示苦土石灰的施用仍有必要。

五、土壤分析與葉片養分適宜參考範圍

依據經驗及習慣，花蓮地區文旦採收最適時間為白露後 10 日，也就是 9 月 17 日左右，當然也需視當年氣候條件而調整，但最重要的決定因素為當年中秋節的日期。過去柑桔類作物營養診斷所採取的葉片樣品時間為八月下旬至九月上旬，即採收前 10 至 20 天，無法滿足當季施肥推薦的實際需求。

考量植體分析時間及肥料在土壤及植株內轉運所需時間，最理想的採樣時間應在五至六月附近。民國 96-97 年度調查結果顯示，六月中旬所採取葉片樣品中磷濃度與果實酸度呈顯著正相關，與果實糖酸比呈顯著負相關，故應避免過量施用磷肥，以提高產品價值。

民國 96-97 年於花蓮縣瑞穗鄉選擇 11 戶文旦果農（鶴岡文旦）共 13.29 公頃，及於玉里鎮選擇 15 戶文旦果農（東豐文旦）共 24.40 公頃，訪查週年施肥時間及施用量，統計結果如表一所示。由三要素施用量統計資料可觀察到二地區農民施肥習慣有極大的差異，瑞穗地區總施肥量氮－磷酐－氧化鉀分別為玉里地區之 1.4-3.5-4.2 倍，但在追肥施用上，玉里地區之氮肥則為瑞穗地區之 7.2 倍，或許為二地區果實品質差異的原因之一。但由葉片營養元素濃度分析結果，二地區之間似無顯著差異，故暫定六月上旬至中旬所採當年春梢第四展開葉。

表一、民國 96 年花蓮縣瑞穗鄉及玉里鎮文旦果農施肥調查結果

		氮	磷酐	氧化鉀
			公斤／公頃	
瑞穗地區				
	年總量	310	477	896
	追肥量	20	131	394
玉里地區				
	年總量	227	135	215
	追肥量	144	60	139

表二、現行文旦葉片營養診斷標準（八月下旬至九月上旬採樣）及民國 96-97 度文旦葉片營養元素濃度範圍（六月上旬至中旬採樣）

營養元素	單位	8 月下旬至 9 月上旬採樣	6 月上旬至中旬採樣
氮 N	g/kg	19.8-25.1	15.7-28.6
磷 P	g/kg	1.1-1.8	1.9-3.1
鉀 K	g/kg	12.1-27.7	1.8-7.4
鈣 Ca	g/kg	16.3-42.9	11.2-36.1
鎂 Mg	g/kg	1.9-4.1	0.8-1.7
鐵 Fe	mg/kg	60-120	33-82
錳 Mn	mg/kg	16-94	3-39
銅 Cu	mg/kg	3-13	6-47
鋅 Zn	mg/kg	13-51	5-18

六、施肥推薦資訊

一般文旦果園的肥培管理可以參考週年肥培管理作業曆，以下是有關各時期肥培管理的進一步說明。

文旦週年肥培與修剪管理作業曆

<table>
<tr><td>肥培</td><td colspan="2">春肥</td><td colspan="2"></td><td colspan="3">追肥</td><td></td><td colspan="2">禮肥</td><td colspan="2">基肥</td></tr>
<tr><td>月份</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr>
<tr><td>生育期</td><td colspan="2">花芽分化期</td><td colspan="3">春梢、花期及幼果期</td><td colspan="2">果實肥大期</td><td colspan="2">果實轉色及採收期</td><td colspan="3">休眠期</td></tr>
<tr><td>修剪</td><td colspan="2">冬季修剪</td><td colspan="2"></td><td>夏季修剪</td><td colspan="5">不定期修剪</td><td></td><td>冬季修剪</td></tr>
</table>

(一) 禮肥 (果實採收後至十月初)

此果實採收以後樹勢一般較為衰弱，必須施用禮肥以恢復並涵養樹勢，以為明年度開花與著果的基礎。

1. 由於禮肥的目的在於快速恢復樹勢，因此，必須使用可快速吸收利用的含氮肥料為主，而為提供冬季果樹花芽分化時期良好的營養基礎，亦可注意補充適量的磷肥。
2. 禮肥的施用可選用 5 號 (16-8-12) 或 1 號複合肥料 (20-5-10) 每株施用一至二公斤，並依當年度果實產量與果樹生產情況調整。
3. 禮肥的施用除肥料種類與用量之外，還需注意水分的供應；如果施肥後因秋季氣候乾爽而少降雨，則需進行適當的灌溉或水分供應，以確保肥料的有效性。
4. 另外，還需注意禮肥的施用時期不宜太晚，應於十月中旬以前施用完畢，越早進行禮肥的效果會越好。

肥料種類（二擇一）	三要素（氮－磷酐－氧化鉀）	複合肥料（1號或5號）
每株用量（公克）	280-98-165	1500
每公頃用量（公斤）	84-29-50	450

(二) 基肥 (十一月至十二月)

基肥的主要目的在於提供果園長年經營的基礎條件，重視果園土壤環境的調整與改良。

1. 基肥的使用應以有機質肥料為主。
2. 有機質肥料的分解與肥效的釋放速度較慢，為避免冬季施用的有機質肥料中的氮於夏季果實生育期大量釋放影響果實的生長，文旦果園有機質肥料的使用，應選擇氮含量較低 (小於 20 g/kg) 者，如選用三要素含量皆為 10 g/kg 左右的有

機質肥料，則每株可施用 20 至 40 公斤。

3. 施用有機質肥料時應將肥料與土壤充分混合，避免直接撒施於土表，降低有機質肥料的效果。如果果園土壤酸鹼值偏低必須使用石灰資材進行改良時，可於此時期與有機質肥料同時施用，並一同耕入土中。
4. 若需於基肥中搭配使用化學肥料，則需注意應避免與石灰資材同時施用，否則將發生氨揮失，而使肥效降低。

肥料種類	腐熟堆肥
每株用量（公斤）	30
每公頃用量（公斤）	9,000

(三) 春肥 (一至二月)

春梢時期是文旦萌芽、開花以及接續之幼果發育的重要時期，樹體活動旺盛，養分需求量大。

1. 為確保所施用的肥料能順利供應此一時期的營養需求，可提早於一至二月間施用春肥。
2. 一般而言，每株文旦可考慮施用 1 號 (20-2-10)或 5 號 (16-8-12)複合肥料 0.5 至 2 公斤。但如果植株去年度文旦果實偏大、品質不佳，葉片生長旺盛，徒長枝或直立枝條生育量多，則應是樹體氮肥過高，則春肥的施用應減少或是完全不施用，或是於新梢生長時期以葉面施肥的方式取代。
3. 此時亦可能由葉片觀察到植株缺鎂，會在老葉觀察到葉片黃化，葉脈仍保持綠色，如多數葉片有此現象，則應使用鎂鈣肥或硫酸鎂等鎂肥進行土壤補充，或葉面噴施硫酸鎂。開花期可以加強鐵、錳、銅、鋅之類微量元素的供應，可利用葉面噴施的方式進行。

肥料種類（二擇一）	三要素（氮－磷酐－氧化鉀）	複合肥料（1號或5號）
每株用量（公克）	280-98-165	1500
每公頃用量（公斤）	84-29-50	450

(四) 追肥（五至八月）

一般而言，文旦的追肥可區分為兩個階段，首先是五月至六月上旬地面施肥的追肥管理，在於提供適量充足的磷鉀肥，供應果實生長與品質累積的需求；其次是六月中旬以後至八月上旬的葉面施肥，是在地面施肥的基礎上，利用少量肥料葉面施肥的直接吸收利用，對文旦果實品質的累積進行調整或強化。

由於文旦果實生育期間變化的基本趨勢是先長果皮再長果肉，果肉中的品質變化是果汁含量持續的累積，並無明顯的增加時期；但可溶性固形物含量（糖度）的增加，則是以果實生育後期較為明顯。因此，文旦追肥的肥培管理應該以少量多次為佳，並且施用的肥料含量以漸次過渡轉變成鉀肥居多為原則。

1. 地面施肥

每株文旦果樹可於五月上旬起，每二週施用氯化鉀 0.3 至 0.5 公斤三次，惟肥

料施用量應視樹勢、果園位置與著果數量等條件作適當調整。由於五月為梅雨時期，坡地果園應注意肥料流失的問題。果園地面施肥的時間不宜過晚，除了梅雨結束後降雨減少影響肥效之外，過晚施肥也可能產生肥料的吸收利用無法於當年度果實採收前表現，不利於果品的品質與銷售。

由於磷肥極易為土壤所固定，而目前大多數的果園有土壤中磷含量偏高的現象，磷肥宜深施或將表層累積磷埋入土中，或減施磷肥並搭配使用溶磷菌提高土壤磷肥效率；此外，調整土壤酸鹼值至 6.0 以上、施用有機質肥料與提高土壤有機質含量等方法，也可以提高磷肥的利用效率。

肥料種類	氯化鉀
每株用量（公克）	400
每公頃用量（公斤）	120

註：施用三次

2. 葉面施肥
   (1) 可於六月中旬以後開始施用，但仍應視文旦植株的生育與果實的生長狀況，酌予調整葉面施肥的施用時期與施用次數。六月文旦果肉開始生長膨大，利用葉面施肥的方式可以直接影響果肉的生長與品質。
   (2) 與地面施肥的肥料選用原則相同，葉面施肥的前期（六月）可選用磷含量較高之即溶肥料，七月初期使用磷鉀含量相當之即溶肥料，再逐漸轉變為八月份之高鉀肥含量的方式進行。
   (3) 使用的肥料種類可選擇磷酸一鉀（0-52-34）或一般市售之高磷鉀即溶或液體肥料，例如 0-45-0、0-24-27 等，依據葉面施肥時期的不同進行搭配使用。
   (4) 例如六月可以直接使用 0-52-34 的肥料，也可選擇將 0-45-0 與 0-24-27 的肥料混合後使用；七月可以使用 0-52-34 搭配硫酸鉀或氯化鉀，或是直接使用 0-24-27 的肥料。
   (5) 葉面施肥可以每一至二週噴施一次，確切的施肥次數甚至是施用的肥料成分，仍須隨時依據果樹與果實的生長狀況機動調整，發揮葉面施肥的機動性與彈性。葉面施肥兩面均需噴施，尤其是下表皮的氣孔較多，葉面施肥需注意稀釋倍數以避免肥傷。
   (6) 追肥期之施用次數宜高於三次以上，以確保肥效；施用的時間可以延續到採收前三週停止使用，但仍應視氣候與果園實際況狀調整之。
   (7) 文旦追肥的葉面施肥雖然是以磷鉀肥為主，但是仍須注意少量氮肥，以及依據土壤與葉片營養診斷而與鈣、鎂等微量元素的搭配使用，以求最大的施肥效益。

七、參考實例

(一) 文旦合理化施肥達人

黃懋光農友，是花蓮縣瑞穗鄉文旦產銷第 18 班班長，也是鶴岡文旦的看板級人物，對當地文旦產業具很高的影響力。常年與花蓮場合作多項文旦試驗研究與示範推

廣，於 2010 年至 2012 年配合進行合理化施肥示範：

2010 年示範成果，示範區每公頃三要素用量為 120-180-480 公斤，比慣行對照區之 120-300-900 公斤，減肥 40.9%，每公頃產量為 15 公噸，節省肥料成本 11,400 元。

2011 年示範成果，示範區每公頃三要素用量為 165-330-495 公斤，比慣行對照區之 165-385-660 公斤，減肥 18.2%，每公頃產量為 14 公噸，節省肥料成本 5,720 元。

2012 年示範成果，示範區每公頃三要素用量為 165-290-445 公斤，慣行對照區為 165-345-660 公斤，示範區較慣行對照區低，但產量亦無差異（14.6 公噸），顯示農民已改變施肥習慣，發揮合理化施肥的效果。

(二) 宜蘭縣冬山鄉

冬山鄉於 2010 年至 2012 年配合進行合理化施肥示範，平均示範區三要素用量為 200-100-150 公斤，與慣行對照區平均之 250-260-380 公斤，產量及品質無顯著差異，三年公頃產量分別為 27、16 及 18 噸。值得注意的是，示範區磷鉀肥用量因土壤肥力分析結果而減施。

第一章　柑桔第五部分

臺東地區臍橙施肥推薦資訊

臺東區農業改良場 黃文益

一、主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

臍橙為芸香科果樹，甜橙類中果形較大之品種，果頂處著生副果，副果突出似肚臍因此稱為臍橙。臺灣於 1910 年日據時代引進栽培，在臺東縣成功鎮試作，惟臍橙為無子品種，其生理落果嚴重且著果率低，栽培技術門檻較高，僅有少數地區栽培生產。目前以臺東縣成功鎮栽培量最多，約 100 公頃，次為南投縣水里鄉，約 25 公頃，臺中市東勢區也有少量栽培。目前以華盛頓臍橙為主，亦有日本系之白柳臍橙、吉田臍橙。世界上以美國加州、中國、澳洲、南非和西班牙等地較多。

二、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

臍橙生長適宜溫度介於 13 - 36℃，最適溫度為 24 - 34℃，在開花期及小果期氣溫過高或者土壤乾旱易造成大量落果，以晝夜溫差大，水分無缺、日光充足的冷涼山區栽培，可生產高品質的臍橙。

(二) 土壤條件

臍橙土壤適應性廣，以土壤有機質含量 20 g/kg 以上，壤土與砂質壤土均適宜，在土層厚度大於 60 公分排水良好的果園生長良好，土壤酸鹼度以 pH 5.5 - 7.5 最佳。

(三) 水分灌溉管理

臍橙為甜橙類中，風土適應性最差者，在開花期及小果期，須注意溫度與土壤水分逆境，三至五月時如溫度過高或土壤過度乾旱，易造成大量落果，臍橙以開花期及果實生育期為最重要的水分吸收階段。果實生育階段若水分供應不足，果實會與枝葉競爭水分，阻礙果實肥大，嚴重時易落果。在幼果期土壤乾旱時，須灌溉，給予足的水分供應，中果期水量可適度減少，果實生育後期水分需減少以利提昇果實品質。

(四) 栽植密度與目標或預期產量

臍橙行株一般為 3 公尺× 4 公尺，每公頃可種植 600-900 株，正常產量 900-3,000 公斤/公頃，目標產量估約 3,000 公斤/公頃，視栽種品種、土壤及技術而定。

三、土壤與葉片分析營養診斷

為能估算作物所需肥料量，須先瞭解外在土壤的養分供應及果樹內在的養分含量，並配合正確的施用方式以達到合理化施肥，其步驟如下：

第一步驟：土壤與葉片的採樣分析

柑桔類的葉片採樣時期為八月下旬至九月上旬，採樣的部位為當年生春梢 (非結果枝) 的第三葉，在每株果樹樹冠外圍、目視高度之東、西、南、北四個方位各取一葉，採集葉片時常用 S 型採集路線，每個果園約 50-100 片；土壤的採樣時期則於採果後施基肥前 (約 12~1 月間) 或與植體採樣同時，分 0-20 公分的表土層及 20-40 公分的底土層，於果園的東、西、南、北及中心點，採取能代表果園的土壤約 5-8 點，混合均勻後，約取 600 g 置入採樣袋內，標明姓名、地址、聯絡電話及地段地號後，送交各農會或逕送農業改良場檢驗分析。

第二步驟：解讀與應用檢驗報告

送驗後二至四周可取得檢驗報告，再將檢驗報告的數值比對柑桔葉片各種元素含量參考值 (表 1、表 2) 便可得知土壤及果樹的養分狀況。其中土壤檢測重要項目如下：

1. 土壤酸鹼值：為土壤檢測中最重要的數值，膺橙栽培土壤 pH 以 5.5- 6.5 為宜，過酸 (pH < 5.5) 或過鹼 (pH > 8) 都會影響土壤中養分的有效性，而一般果園土壤常偏酸，如檢驗報告 pH < 5.5 時表示土壤過酸，應施用苦土石灰 (白雲石粉) 改善，每年依土壤質地砂質土、壤土及黏質土每公頃各施用 1、1.5 及 2 公噸，分年施用且須與土壤拌勻。如 pH > 8 時為鹼性土壤，容易產生微量要素缺乏、形成難溶性磷等，易使果樹發生營養障礙，於施用肥料時可施用產酸與生理酸性肥料，如硫酸銨、氯化鉀等，或可施用硫磺以降低土壤 pH。
2. 土壤有機質含量：膺橙果園之土壤有機質含量以 30 – 50 g/kg 為佳，當低於 30 g/kg 時，需施用有機質肥料加以補充，每公頃約施用四公噸，視土壤有機質含量高低而彈性調整。
3. 養分有效性：土壤有效性磷、鉀、鈣、鎂等的含量均會影響柑桔的生育，膺橙土壤中適當的礦物元素含量如表 2，如土壤檢測含量過低則必須施肥加以補充。

表 1. 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

元素	氮	磷	鉀	鈣	鎂	硼	銅	鐵	錳	鋅
果樹	-----------------g/kg-----------------					-----------------mg/kg-----------------				
柑桔類	29-31 (柳橙)	1.2-1.8	14-17	25-45	2.6-5.0	25-150	5-16	60-120	25-200	25-100

表 2. 土壤診斷適宜範圍或參考值

項目	pH	EC	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	鐵	錳	銅	鋅
		dS/m	--------------------------------mg/kg--------------------------------							
參考值	5.0-6.8	0.25-0.6	50-250	200-500	1000-3000	50-200	未訂	未訂	<20	<25

四、依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦

膺橙目前以臺東縣成功鎮栽培最多，因此，以成功鎮為例介紹，成功鎮主要為細

質地排水良好黑色土及細質地排水不完全黑色土 (圖 1)，屬肥沃土壤。土壤主要為中酸性介於 pH 5.6-6.0，一部分強酸性 pH 5.1-5.5 (圖 2) 。改良酸性土壤可使用鈣鎂肥、苦土石灰及蚵殼粉等，用量不宜一次施入太多。在本區多為細質地土壤，因此，每分地約施用石灰資材 150 - 200 公斤，不可與氮肥混用，須於每年十一月至一月採收期結束後施用，充分拌入土壤，並每年檢測，持續追蹤至達微酸性 pH > 6 以上可停止施用石灰資材。

由圖 3 可知本區大部分土壤有機質含量高 30 – 50 g/kg，少部分有機質含量中等 20 – 30 g/kg 及低 10 – 20 g/kg，因此，大部分無需增加施用有機質肥料，惟仍應維持草生栽培，持續供應土壤碳源。在土壤鉀含量方面 (圖 4) 本區一半地區土壤不缺鉀肥，另一半鉀肥過量，因此，本區在鉀肥施用上宜減量施用。本區土壤含磷量差異甚大 (圖 5)，分成三種區域，施磷肥效極大區、中等區及肥效小區，於肥效小區如忠智里可減施磷肥，而三仙里則須施用充足磷肥。土壤管理圖顯示大範圍的土壤狀態，會因栽培方式而改變，因此，在使用上仍應採集本身果園土壤送驗，以瞭解土壤實地狀態。

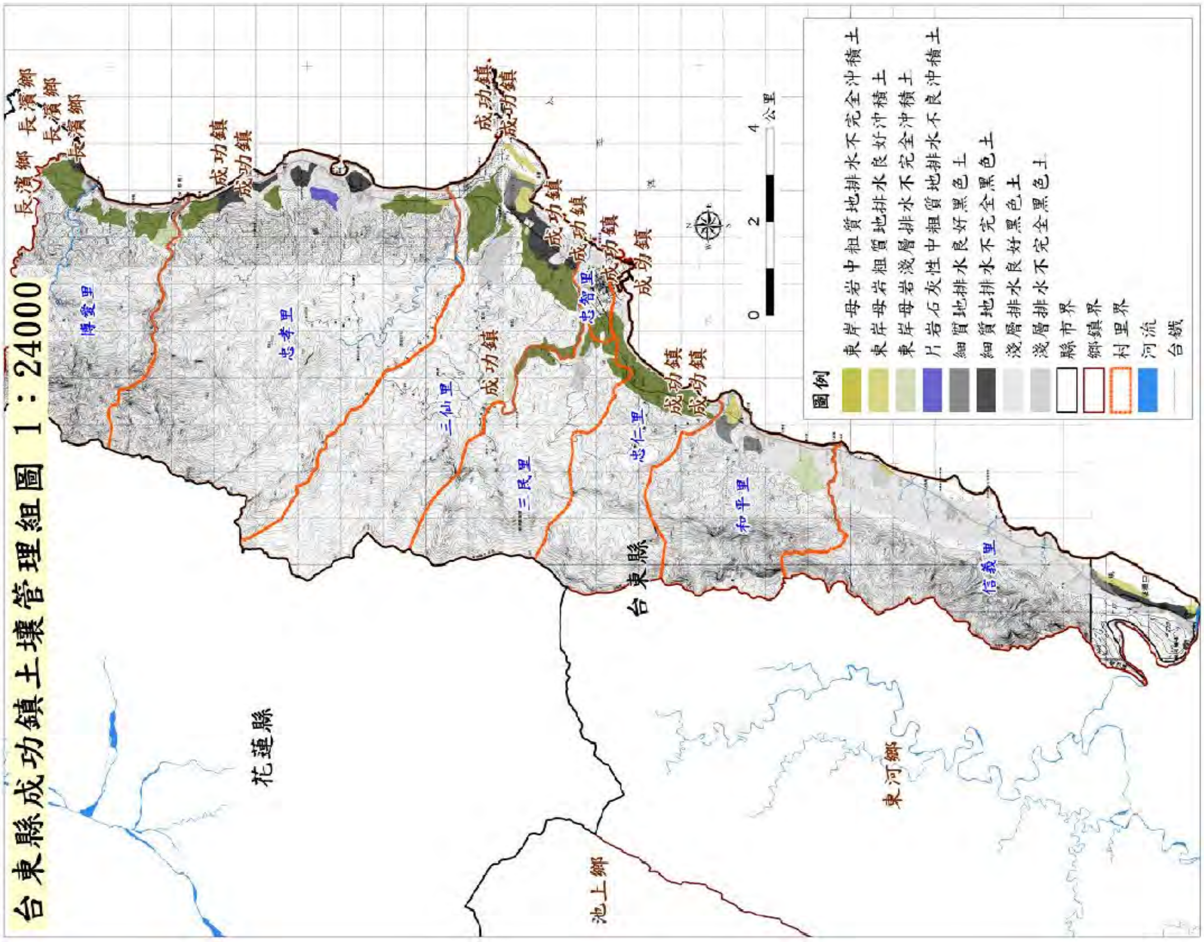


圖 1. 臺東縣成功鎮土壤管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

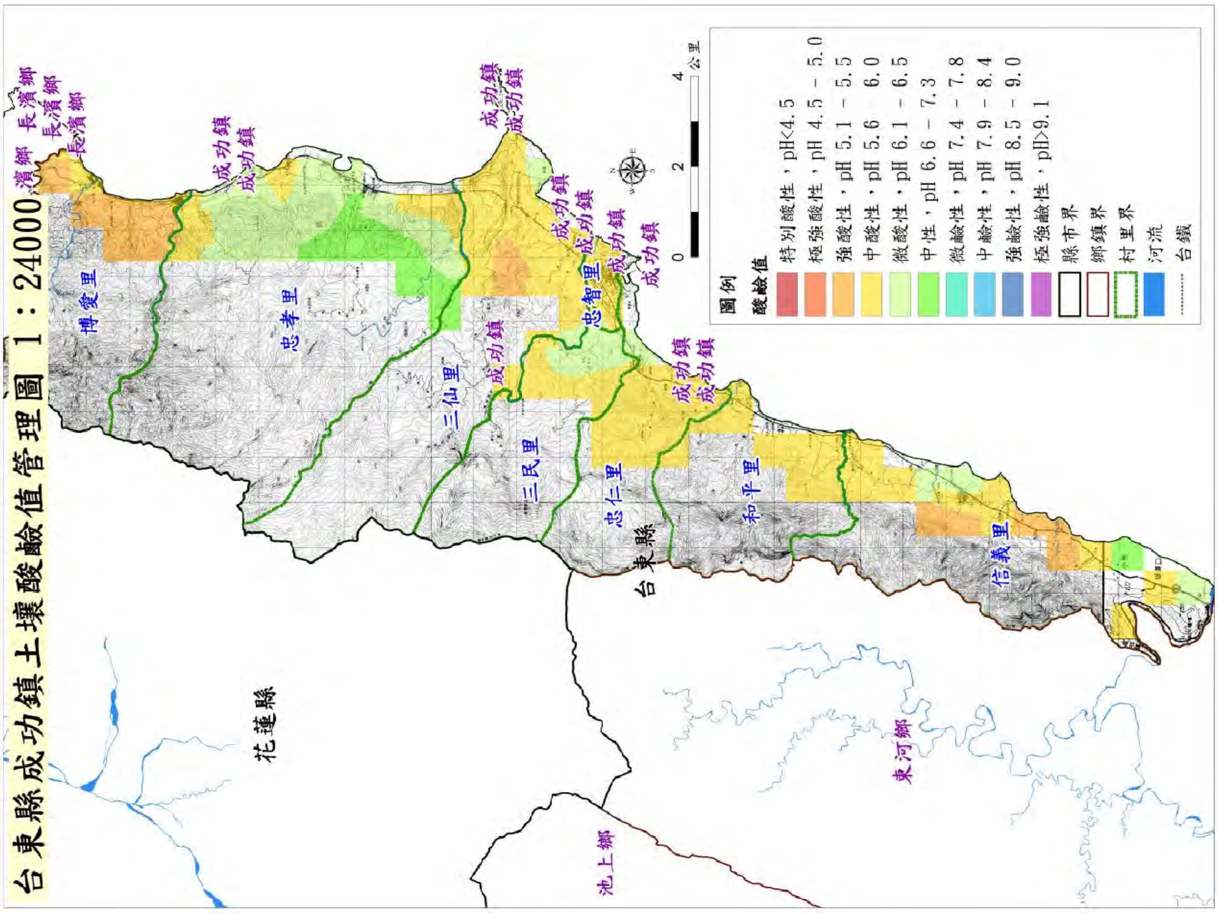


圖 2. 臺東縣成功鎮土壤酸鹼質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

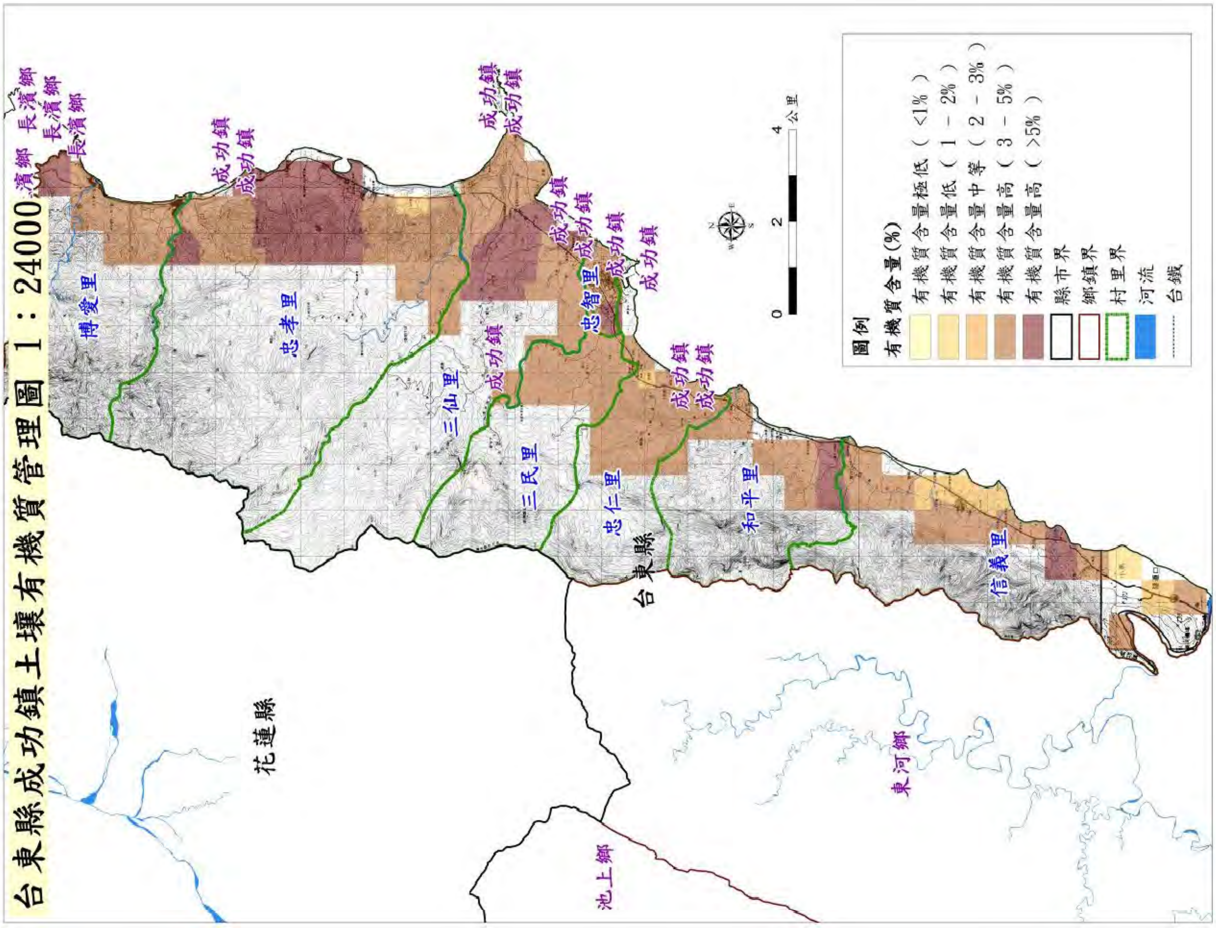


圖 3. 臺東縣成功鎮土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

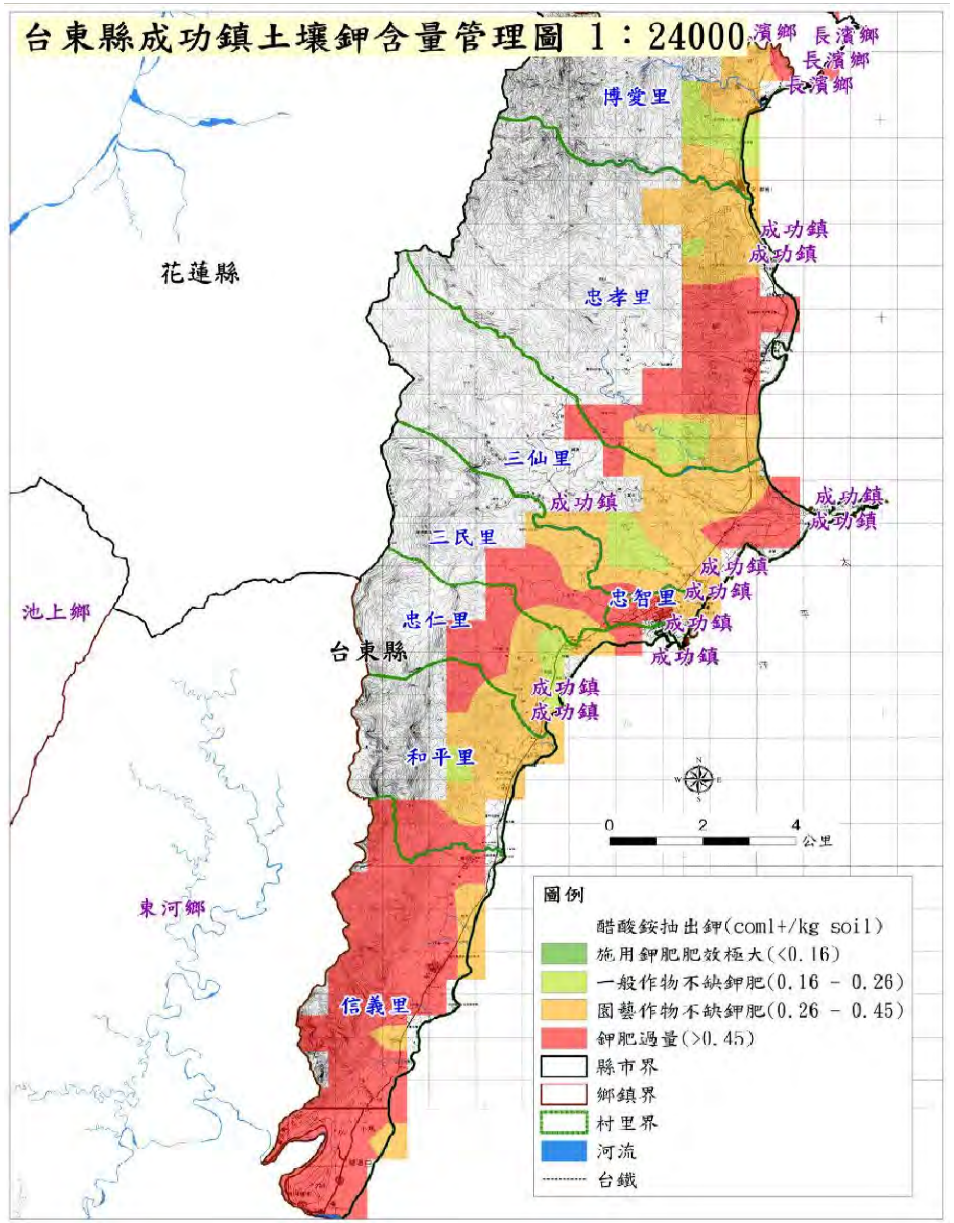


圖 4.臺東縣成功鎮土壤鉀含量管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

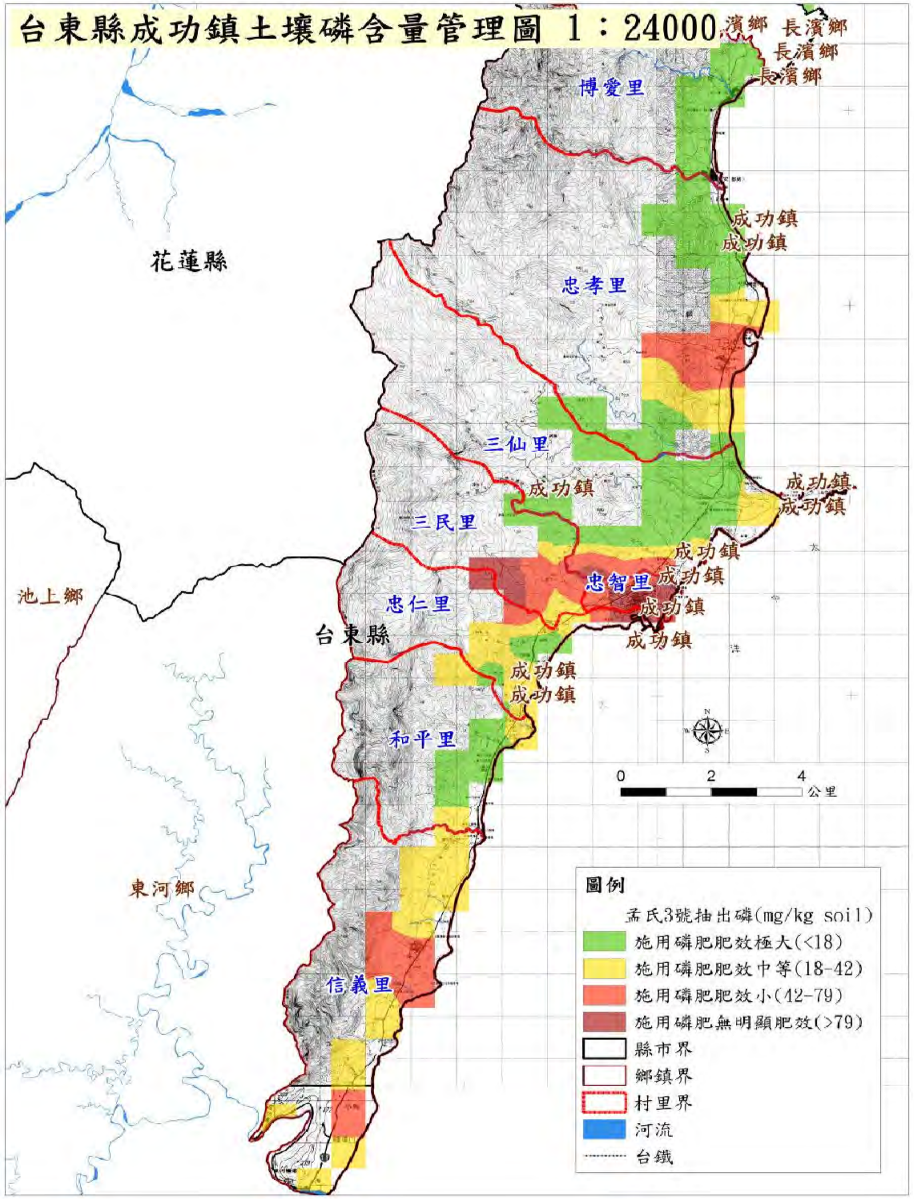


圖 5. 臺東縣成功鎮土壤磷含量管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

五、栽培曆及管理作業

應根據土壤及柑桔葉片檢測之結果及各生育階段之肥培管理模式 (表 2)，選擇肥料種類及調節施用量，以配合臍橙生長所需，達到最佳之施肥效益。

除應用合理化施肥方法外，如能同時採行以下措施，則能提昇肥料的效益，除節省肥料成本，更能友善土壤環境，達到合理化施肥及永續經營的真意。

措施 1：有機質肥料深層施肥—促進根系生長，有機質肥料除提供果樹所需養分外，最重要的是改善土壤理化性質，使土壤通氣性、保水性、保肥力提昇，而目前仍有將未腐熟堆肥如生雞糞、羊糞等，整包堆置或撒施於果樹下，因未掩埋其功效與施用化學肥料無異，且因未腐熟，於發酵時會產生高溫傷害根系，造成蒼蠅及病原菌的滋生。臍橙要產量高、品質好，根系生長要好，根要長的廣且深，側根多且鬚根稠密，才可提高施肥效益。故臍橙施基肥時應將有機質肥料 (或腐熟堆肥) 及全年應施的磷肥量開溝 (30- 50 公分深) 深施再與土壤混拌，以引導根系向下生長。

臍橙果園多種植於山坡地，為避免土壤沖刷及保留土壤水分，草生栽培為必須採取的作業方式；果園草生栽培有助於果實品質及產量的提升，能促進水土保持及形成土壤團粒構造、調節微氣候、逐漸增加土壤有機質、健化土壤的微生物相，進而改善土壤環境，提高土壤的保水保肥能力，促進果樹生長。草生栽培初期因提供棲地躲藏，病蟲害發生較嚴重，而後害蟲天敵增加，病蟲害發生趨緩，另在草生栽培初期草會與果樹競爭養分，須適時補充之。

草生栽培割草的時機應視草的高度、田間作業時間及氣候而定。一般在草長及膝影響田間作業時、施肥前 (撒施) 為避免養分被草類吸收時、旱季前降低草類蒸散作用時，均須割草；在雨季期間應保留適當地被植物，避免表土沖刷流失；雨季結束後雜草生長迅速需儘早割刈；冬季氣溫低草類生長趨緩，但春季氣溫回升，果樹正萌芽生長，需適時割草以降低草類對養分的競爭。在草生栽培的操作上，目前以機械割草為主，果園須先整平，撿除大塊石頭避免刀具損傷，再以割草機割除果樹行間雜草，另以揹負式割草機割除樹冠下雜草。一般果園每年割刈 5- 6 次，數年後本土草種 (兩耳草) 將成為果園優勢草種，此草的莖葉脆嫩，適於機械刈割，生長迅速利於土壤有機碳的累積，為果園草生栽培良好的草種。

添加土壤有益微生物，各項試驗資料均證明土壤有益微生物確實能增進作物的品質與產量，而目前能實際應用到臍橙果園的主要為溶磷菌及囊叢枝內生菌根菌 (AMF)；其中溶磷菌可將土壤中磷溶解釋放供作物吸收，囊叢枝內生菌根菌 (AMF)主要在幼苗時接種 (成熟果樹可用百喜草間接接種)，這些有益微生物均能幫助作物吸收土壤養分。

表 2、臍橙各生育階段肥培管理模式

月份	各生育階段	肥培管理
1 月	營養生長	施用基肥，每分地可使用 5 號複合肥料(氮：磷：鉀比為 16：8：12) 1 包，並配合樹齡或產量及土壤分析結果調整施肥。
2 月	開始進入開花期	
3 月	開花期(2 月下旬-3 月間)	每分地可使用 5 號複合肥料(氮：磷：鉀比為 16：8：12) 1 包，並配合樹齡或產量及土壤分析結果調整施肥量。
4 月	春梢及幼果發育期(生理落果開始)	
5 月	幼果發育期(生理落果期)	
6 月	果實發育期及夏梢生長期(生理落果期)	施用追肥，促進果實發育，可以施用台肥 2 號或 4 號複合肥料(氮：磷：鉀比為 11：9：18 或 11：5.5：22)促進果實生長發育。
7 月	果實快速肥大期及夏梢生長期(生理落果期)	
8 月	果實快速肥大期	
9 月	果實發育期及秋梢生長期	可施用鉀、鈣肥以抑制秋梢及減少裂果。
10 月	果實發育減緩轉色期	追肥(果肥)，施用 43 號或低氮高磷、鉀、鎂肥，促進果實轉色及提高糖度。
11 月	果實成熟期	
12 月	果實成熟期	

六、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

施肥時期主要分為三個時期，分別為採果後的基肥 (12-1 月)、春梢萌發實的春肥 (3-4 月) 及果實肥大期的夏肥 (7 月)。在氮方面，需將 80%的氮分配在基肥及春肥使用，以促進春梢生長，磷肥移動性差，撒施肥效低，宜於基肥時以條施或穴施深施於根旁，鉀肥能促進果實肥大，夏肥可增加施用比例，施肥推薦量及分配率如下表。

表 3、臍橙每年肥料三要素推薦使用量（公克／株／年）：

樹齡或產量		氮素	磷酐	氧化鉀
幼樹	1-3 年生	75	75	75
	5 年生	150	150	150
成樹	40 公斤/株	500	250	375
	90 公斤/株	800	400	600
	150 公斤/株	1200	600	900

施肥時期	時間	肥料別及分配量 (%)		
		氮肥	磷肥	鉀肥
基肥 (果實採收後)	12-1 月	40	50 或 100	30
春肥 (春梢萌發前後)	3-4 月	40	50 或 0	30
夏肥 果實肥大期)	7-8 月	20	0	40

參考實例或範例〈包括各改良場所歷年肥培試驗成果之重點展示〉

果園草生栽培-台南綠肥大豆 4 號

臍橙果園合理化施肥示範推廣區

合理化施肥減少臍橙大量落果

七、新興施肥方法〈土壤肥灌，與葉面施肥〉推薦

1. 民國 101 年於海端鄉崁頂段王素貞農友果園進行柑桔合理化施肥試驗，試驗面積約 0.1 公頃。進行三等級氮肥用量處理試驗，處理 1—氮肥 300 g/株/年：果實平均長度 7.8 cm、果寬 8.3 cm、果重 285.9 g、糖度 9.2°Bx、產量 17.9 kg/株，處理 2—氮肥 600 g/株/年：果實平均長度 8.1 cm、果寬 8.4 cm、果重 303.5 g、糖度 8.4°Bx、產量 27.4 kg/株，處理 3—氮肥 1,200 g/株/年：果實平均長度 8.2 cm、果寬 8.2 cm、果重 309.2 g、糖度 8.8°Bx、產量 32.9 kg/株。採收後土壤分析三處理介於 pH 6.6 - 6.79，有機質含量 40- 44 g/kg，Bray-1 磷處理 1 較高，為 339 mg/kg，其餘 159- 179 mg/kg，交換性鉀 736- 811 mg/kg，交換性鈣 1855- 2462 mg/kg，交換性鎂 110- 136 mg/kg。植體分析三處理介於：氮 25.8- 29.8 g/kg，磷 1.18- 1.24 g/kg，鉀 17.3-19.5 g/kg，處理 3 之鈣 30.4 g/kg 較高，餘 13.3- 15.9 g/kg， 鎂 2.1-.2.5 g/kg。試驗結果顯示：糖度：處理 1 最高、處理 3 最低；產量：處理 3 最高、處理 1 最低；結果顯示氮肥的用量增加會降低果實糖度，但增加產量。
2. 民國 101 年於東河鄉高原段胡桑福農友果園進行柑桔合理化施肥試驗，試驗面積約 0.1 公頃。進行三等級氮肥用量處理試驗，處理 1—氮肥 300 g/株/年：果實平均長度 8.1 cm、果寬 8.4 cm、果重 308.2 g、糖度 11.2°Bx、產量 31.8 kg/株。處理 2—氮肥 600 g/株/年：果實平均長度 8.2 cm、果寬 8.6 cm、果重 318.7 g、糖度 10.6°Bx、產

量 28.9 kg/株。處理 3—氮肥 1,200 g/株/年：果實平均長度 7.7 cm、果寬 7.8 cm、果重 257.4 g、糖度 13.3°Bx、產量 27.6 kg/株。採收後土壤分析三處理介於 pH 6.3- 6.5，有機質含量 17-19 g/kg，Bray-1 磷處理 2 較低，為 75 mg/kg，其餘 176- 202 mg/kg，交換性鉀 512- 551 mg/kg，交換性鈣 2164- 2572 mg/kg，交換性鎂 368- 391 mg/kg。植體分析三處理介於：氮 20.4-27.7 g/kg，磷 1.02- 1.15 g/kg，鉀 12.3- 18.2 g/kg，處理 1 之鈣 30.6 g/kg 較高，其餘 11.8- 13.3 g/kg， 鎂 2.2-2.5 g/kg。試驗結果：果重：處理 2 最高、處理 3 最低，有顯著差異；糖度：處理 3 最高、處理 2 最低，有顯著差異；產量：處理 1 最高、處理 3 最低，但無顯著差異；在本區氮肥的試驗顯示，在處理二的氮肥施用量增加果實大小及重量，但降低糖度。

3. 民國 101 年於成功鎮新港段邱紹華農友果園進行柑桔合理化施肥試驗，試驗面積約 0.1 公頃。進行三等級氮肥用量處理試驗，處理 1—氮肥 300 g/株/年：果實平均長度 7.8 cm、果寬 8.1 cm、果重 282.8 g、糖度 9.4°Bx、產量 11.8 kg/株。處理 2—氮肥 600 g/株/年：果實平均長度 7.7 cm、果寬 8.0 cm、果重 264.0 g、糖度 9.4°Bx、產量 16.2 kg/株。處理 3—氮肥 1,200 g/株/年：果實平均長度 7.7 cm、果寬 7.9 cm、果重 266.6 g、糖度 9.4°Bx、產量 14.5 kg/株。採收後土壤分析三處理介於 pH 5.8- 6.0，有機質含量 50- 57 g/kg，Bray-1 磷處理 1 較高,為 579 mg/kg，其餘 319- 347 mg/kg，交換性鉀處理一較低,為 591 mg/kg，其餘 846- 951 mg/kg，交換性鈣處理一較高,為 6057mg/kg，其餘 4135- 4297 mg/kg、交換性鎂 343- 409 mg/kg。植體分析三處理介於：氮 24.2- 29.8 g/kg，磷 1.11- 1.54 g/kg，鉀 14.7- 19.7 g/kg，處理 1 之鈣較低,為 14.3. g/kg，其餘 23.9- 26.1 g/kg、鎂 2.1- 2.8 g/kg。試驗結果：本區果實大小及糖度均相近，產量以處理 2 較高，處理 1 較低，臍橙在遭遇天然災害 (如颱風等) 時會嚴重落果，造成一些試驗果樹完全無果實，使施肥效果不顯著。
4. 民國 101 年於成功鎮新美三段沈讚美農友果園進行柑桔合理化施肥試驗，試驗面積約 0.1 公頃。進行三等級氮肥用量處理試驗，處理 1—氮肥 300 g/株/年：果實平均長度 8.3 cm、果寬 8.7 cm、果重 281.7 g、糖度 6.1°Bx、產量 4.0 kg/株。處理 2—氮肥 600 g/株/年：果實平均長度 9.2 cm、果寬 9.7 cm、果重 418.7 g、糖度 8.2°Bx、產量 4.3 kg/株。處理 3—氮肥 1,200 g/株/年：果實平均長度 9.7 cm、果寬 9.9 cm、果重 434.0 g、糖度 9.0°Bx、產量 4.7 kg/株。採收後土壤分析三處理介於 pH 6.2-6.3，有機質含量 42- 47 g/kg，Bray-1 磷 270- 326 mg/kg，交換性鉀 2150- 2206 mg/kg、交換性鈣處理 1 較高,為 6086 mg/kg 其餘 4157- 5200 mg/kg，交換性鎂 528- 706 mg/kg。植體分析三處理介於：氮 29.5- 30.5 g/kg，磷 1.39- 1.83 g/kg，鉀 22.8- 23.1 g/kg，處理 2 之鈣 30.9 g/kg 較高，其餘 13.0- 13.6 g/kg，鎂 2.6- 2.8% g/kg。試驗結果：糖度：處理 3 最高，處理 1 最低；產量：處理 3 最高，處理 1 最低；本區果實產量過低，植體分析顯示植體養分含量均高，營養生長過盛。
5. 民國 101 年於成功鎮新美三段 0138 地號郭昆俊農友果園進行柑桔合理化施肥試驗，試驗面積約 0.1 公頃。進行三等級氮肥用量處理試驗，處理 1—氮肥 300 g/株/年：果實平均長度 8.1 cm、果寬 8.6 cm、果重 317.6 g、糖度 8.2°Bx、產量 5.3 kg/株。處理 2—氮肥 600g /株/年：果實平均長度 8.7 cm、果寬 9.3 cm、果重 397.0 g、糖度 8.2°Bx、產量 10.0 kg/株。處理 3—氮肥 1,200 g/株/年：果實平均長度 8.2 cm、果寬 8.7 cm、果重 338.4 g、糖度 8.6°Bx、產量 6.3 kg/株。採收後土壤分析三處理介於

pH 6.2- 6.3，有機質含量 47- 50 g/kg，Bray-1 磷 54- 100 mg/kg，交換性鉀 1500- 1678 mg/kg，交換性鈣 6514- 6619 mg/kg，交換性鎂 583- 604 mg/kg。植體分析三處理介於：氮處理 1 為 22.3 g/kg，處理 2 為 26.2 g/kg，處理 3 為 27.2 g/kg，隨氮肥施肥量增加而增加、磷 1.35- 1.85 g/kg，鉀 19- 21 g/kg，鈣 12.2- 13.4 g/kg，鎂 2.3- 2.8 g/kg。試驗結果：糖度：處理 3 最高，處理 1 最低；產量：處理 2 最高，處理 1 最低；本區果實產量過低，植體分析顯示植體養分含量較高，營養生長過盛。

八、結語

每處果園微氣候及土壤性質不一，肥料的施用也應隨之改變，而各項檢驗工具及施肥建議可供施肥的參考，除將土壤及植體分析結果應用於調整肥料施用量外，並應該要有隨時記錄的習慣，將這些資料互相比對，再觀察最後的產量及品質，數年間必定能掌握自己果園土壤的肥培模式。再配合正確施用有機質肥料、推行草生栽培及施用有益微生物，除能減少施肥成本外，並能減少臍橙的落花落果現象，提升產量與果品品質。

第二章　寄接梨 (高接梨) 第一部分

中部縣市寄接梨土壤性質與施肥推薦參考資訊

農業試驗所農業化學組　黃維廷 李豔琪 陳柱中

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

梨是一種冬季需要適量低溫打破芽體休眠才能正常栽培的落葉果樹，台灣中部地區是主要的產區，海拔 1,500 公尺以上的梨山山區，低溫期長，有足夠的低溫滿足高品質溫帶梨開花結果之需求，因此，新世紀、新興、豐水及幸水梨等品種，能經濟栽培。

至於 800 公尺以下和平區，東勢區與卓蘭鎮等地區，原本只能栽種品質較差的橫山梨。約在民國 64 - 65 年，台中縣東勢鎮張榕生先生在偶然的情形下，發現以新世紀梨花芽寄接在低海拔橫山梨上，可生產品質較佳的梨果。由於改良場所試驗人員的參與，並農民的積極改進，克服種種技術困難，建立現行的高接梨栽培技術。低海拔與平地高接梨因氣溫高，成熟採收期較梨山地區早約一個多月。

梨樹萌芽約 20-30 日葉片成熟時，如早期日照達到 30-40 klux，葉片可提早供應光合產物，有利於枝梢與根部之生長與枝梢的充實，果實品質較陰冷日照不足之高接梨園所生產者優良。高接梨產地年雨量約 1,000-1,600 公厘左右，生育期平均雨量 9,00-1,200 公厘，生育期若降雨量過多，枝梢光合產物低，大量吸收土壤氮，枝梢徒長並與果實競爭養分，不利於果實品質之提升。

接穗品質影響嫁接成活率與產量，早採穗，休眠尚未完全打破，控溫空調空運的芽穗品質較佳。若芽穗低溫感應不足，可貯放在 0℃ 以上，7.2℃ 以下的冷藏庫貯藏，通常日本梨、幸水、豐水等品種約需接受 7.2℃，1,300 - 1,500 小時（約經 50 - 60 日）的低溫處理才能通過自動休眠。

(二) 土壤條件

高接梨土壤適應甚廣，一般只要富含有機質20 g/kg以上，壤土與砂壤土均適宜，土層深厚60公分以上，排水良好之果園，梨樹即可生育良好。**梨適宜之土壤為 pH 5.5-6.0**，微酸性土壤且鈣與鎂養分充足之土壤。台灣梨園很多位於酸性土壤的坡地，土壤的鹽基類易因下雨與大量化學氮肥而流失，pH低於5.0梨園應於高接前施用苦土石灰與矽酸爐渣等石灰資材改良土壤。石灰材料越細，中和反應越快。一般而言，小於 60 網目(mesh) (0.15 mm) 較為適當。石灰材料至少要混合到15-30 cm 之深度，因為其移動性小。每棵樹應施用5-7 公斤，但砂質土含有機質低果園，每次每公頃施用量不可太多，宜少於1000公斤，因土壤緩衝力較弱，若變化過於激烈，有礙於梨樹生育。至於壤土，黏壤土，黏質土或富含有機質之土壤，土壤緩衝力較大，施用量可提高，每次每公頃施用量約1500至2000公斤。

(三) 栽植密度與目標或預期產量

高接梨樹行株距通常 5 m × 5.5 m 或 5 m × 6 m，每公頃約可種植 330-360 株；正常產量估約 3,000-3,600 公斤/分地 (0.1 公頃) ，目標產量估約 3,600-3,780 公斤/分地 (0.1 公頃)，視果園可負載的接穗數量而定。

(四) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

苗栗縣寄接梨生產面積約 1,500 公頃，產量 31,000 公噸左右，產地分佈圖顯示主產於卓蘭鎮、大湖鄉。主力嫁接品種有新興、豐水。卓蘭鎮產區佔全縣面積三分之二，新興、豐水之產量比 8 : 2，大湖鄉產區新興、豐水之產量比 6 : 4。兩鄉鎮幸水、秋水與蜜雪梨亦有少量生產。

台中市的寄接梨栽培面積 5,333 公頃，年產量 108,962 公噸 (民國 98 年農業統計年報)，產地分佈圖顯示主要產區為東勢、新社兩區，然事實上和平與石岡等區也有相當大面積之生產，至於豐原、后里與外埔則相對較小規模之生產。嫁接品種以新興、豐水、幸水和秋水為主。另和平高海拔梨山地區生產溫帶梨，栽培品種為新興梨、新世紀、20 世紀、蜜梨和雪梨等，並生產提供部分梨穗供平地果園嫁接。

中部兩縣市共同面臨之生產成本問題為每年均需自國外進口嫁接梨穗，而梨穗品質、嫁接時期，氣候變化，工資與生長素施用技術均影響產量、品質與生產成本等。休眠與嫁接時期之水分與氮鉀肥培，樹體營養操控應可減少氣候因素影響與增加嫁接成活率之重要潛力。

二、土壤分析與葉片分析營養診斷

(一) 土壤與葉片各種養分之生育功能與養分缺乏與過剩之營養障礙

1. 氮、磷與鉀

氮為影響作物生長之最重要之無機營養要素，構成蛋白質、胺基酸、核酸、葉綠素等化合物。氮缺乏，生長速率下降，植株矮小；缺乏時，葉綠素合成受抑制，葉片呈現淺綠至黃色，開花與結果減少，產量下降、提早落葉。氮肥施用過量則造成過度之營養生長，葉片呈深綠色，枝梢徒長，亦造成果實品質不良，總可溶性固體（與甜味有關）低，果實之貯存期短。

磷與能量代謝有關，是核酸、核苷酸之組成分。成樹果園正常施肥時，甚少發生磷缺乏。有定期施磷肥者，多施磷肥無法增加效益，即使是年輕之植株，在定期施磷肥之下，也是無需太多磷。磷肥施用過量，則可能造成鐵缺乏。

鉀之重要功能有維持細胞膨壓、促進酵素活化、促進光合產物之傳輸、促進蛋白質與脂肪之合成等。因此，鉀缺乏時，光合作用速率急速下降，影響生長，植株矮小。一般情況下，施肥造成植體氮鉀養分不平衡，會旺葉不旺果，即葉片雖大但厚度不足，不堅挺而軟垂，枝梢徒長，果實品質不良，甜度與朋蘋果酸量均低。但施用過多的鉀，可能造成鎂缺乏。

2. 鈣與鎂

鈣為細胞壁之組成分、具有維持細胞膜之正常功能、促進酵素活化等作用。但鈣會影響寄接梨冷藏儲存之效果。

鈣肥補充

補充時機--開花前，結小果，果肥大初期。

石灰與苦土石灰水溶性小，有效性相對較差，而氯化鈣 ($CaCl_2$) 水溶性高，有效性高，為速效性，但易因雨水洗流失。每分地 1-2 包 (25-50 公斤) 氯化鈣澆灌土壤五次，其成本相當高 25 元/公斤。

鎂為葉綠素之組成分、也是許多酵素的活化劑。鎂是葉綠素之組成分，缺乏時葉綠素無法合成，故呈現黃化。鎂在植物體內之移動性大，故缺乏時先在老葉出現黃化。黃化主要在葉緣或葉尖以及葉脈間。缺鎂主要出現在老葉或結果枝之下葉，年輕之葉片仍是綠色的。結果數越多之枝條越易發生鎂缺乏症，嚴重時導致完全落葉。缺鎂也會導致果實品質下降，果實通常較小，降低可溶性固形物、酸度與維生素丙之含量。

新社鄉 4029 梨採收後之缺鎂徵狀

梨樹下位葉片缺鎂癥狀，葉片鎂濃度 1.8 g/kg

鎂肥之補充與預防

鎂缺乏----通常強酸性土壤 (例如紅壤) 及坡地土壤最為嚴重。

土壤施用：硫酸鎂 25 公斤/ 0.1 公頃 (簡單方便)。

或葉面施肥：每 100 公斤水溶解硫酸鎂 200 公克 (平時補充) - 400 公克 (嚴重缺乏)公克，每分地即 0.1 公頃噴施量 100-150 公斤。連續 3-5 次。

3. 微量要素

鐵與葉綠素之形成有關、是酵素之活化劑、細胞色素之組成分等。鐵缺乏也表現在葉綠素無法合成上。植物體內之移動性小，故鐵缺乏症先發生在年輕葉片，呈現淡黃色至白色之外觀。

錳參與光合作用、為許多酵素之活化劑、參與氮的代謝。錳在植物體內之移動性小，錳缺乏徵候僅出現在年輕葉片，當土壤pH 值高於7.5 時，較易發生。錳缺乏導致葉片之脈間組織淡綠色，葉脈是綠色的；錳缺乏並不會造成葉片變小或性狀之變化，節間不會縮短。錳缺乏也不會造成枝條之特殊徵候出現。

銅是許多含銅酵素之組成分、參與光合作用、亦與葉綠素之形成有關。

鋅促進光合作用、參與生長素的合成、為許多酵素之組成分、參與蛋白質的合成。鋅在植物體內之移動性小，缺乏症先出現在新葉。鋅缺乏造成叢生葉或細葉，中度缺鋅之葉片沿著中肋與主脈在淡黃色至白色下出現不規則之綠帶，黃色之比例則隨鋅缺乏之程度增加而增加，但是寄接梨未曾發現鋅缺乏症狀。

硼之功能主要為促進細胞壁之形成、糖之傳輸、維持細胞膜之正常功能、促進蛋白質與核酸之合成等。葉片之最適硼濃度為25 mg/kg以上；若葉片之硼含量低於20 mg/kg，可能會出現缺乏症，尤其是在乾旱季節之石灰質土壤。硼在植物體內之移動性小，缺乏最易受影響的部位為頂端下方、分裂中、代謝活性高的細胞。硼缺乏之徵候，包括花粉管發育不良，並影響授粉與著果。

硼缺乏補充與預防—pH值太高或太低之東部縱谷的片岩石灰岩混合沖積土、紅壤、彰化及宜蘭的黏板岩沖積土等的土壤有效硼含量較低，粗質地砂土與石礫地，及氣候乾旱特殊或栽種需硼較多的植物時，易發生缺硼。

硼之預防性施肥--土壤施用硼酸或硼砂3-5公斤/ 0.1公頃/年，不易操作。

或葉面施水硼2,000倍或硼酸或硼砂1,000倍，每分地即0.1公頃噴施量100-150公斤。連續約3-5次。

微量要素葉片分析錳 (Mn)、鋅 (Zn)及硼 (B) 相當穩定，受部位時期影響小，最具分析診斷意義。鋅、硼低於20 mg/kg 可能有缺乏反應。

鋅及硼含量宜 30 mg/kg 以上，

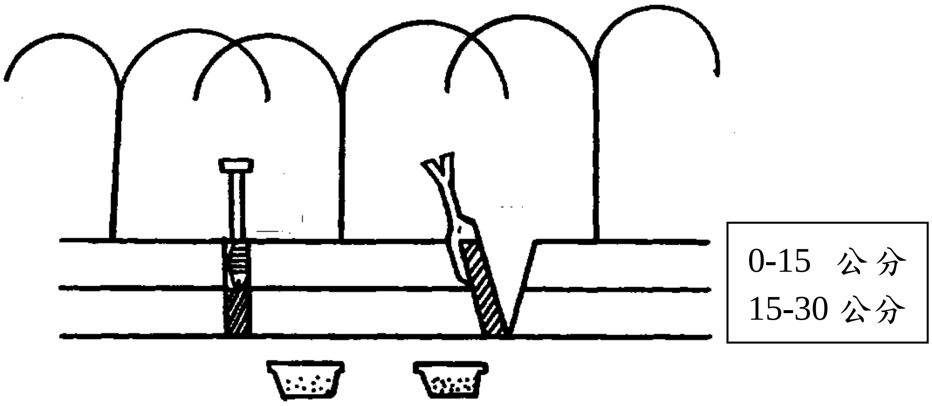
錳 50 mg/kg 以上大致不用補充，

鐵 100 mg/kg 以上大致不用補充，鐵分析值常與現實樹體狀況差距大，仍需配合葉片出現缺鐵徵狀以判斷是否缺鐵。

(二) 高接梨之葉片與土壤採樣方法

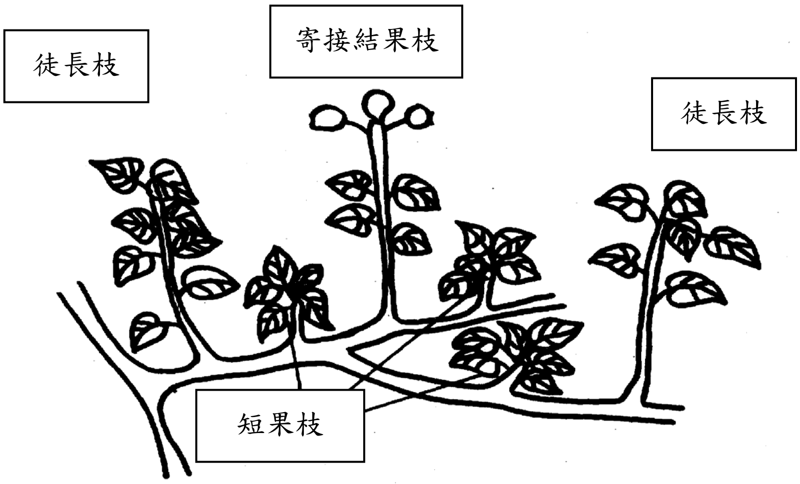
1. 土壤分析與葉片採樣方法

株間或水平棚架上兩樹枝條交會處下方，依 0-15，15-30 公分深度，分層採土



(1) 採樣位置於株間即水平棚架上兩樹枝條交會處，或距樹幹 0.5-1.0 公尺以上處。
(2) 先將土表雜草及雜物清除，再以鋤頭，圓鍬或土鑽分別按 0- 15 及 15- 30 公分採取上下等量之土壤。
(3) 如採到目視可辨之肥料，則須丟棄另於別處取樣，全園視面積大小逢機採取 6～10 處土壤，各採土點不同深度土層土壤，先放置於不同的塑膠桶內或塑膠盆內或塑膠布上面，各自分別予以揉細並充分混合組成一分析樣品 (混合均勻後約留取 600 公克) 。再分別裝入兩個標有採土深度之塑膠袋，註明姓名，連同葉片樣本一併送到農試所或農業改良場。

2. 葉片採樣方法
   (1) 採樣時期為 5- 6 月上旬。
   (2) 採樣部位採取短果枝上之成熟葉 (頂端算起第三或第四葉)。
   (3) 每株自東西南北各方位之枝條約採 4- 6 葉。選擇生長正常樹勢平均之植株，循 U 字型路徑採樣，逢機採約 50- 80 葉混合成一樣本。
   (4) 生長特異或疑有障礙問題之植株，可另外採樣調查，但不具代表性。



梨葉片採樣部位 (短枝頂端算起第 3 或第 4 成熟葉)

(三) 土壤分析與葉片養分適宜參考範圍

1. 目前使用之土壤分析與葉片養分適宜參考範圍

農試所 黃維廷 2011 葉片及土壤分析營養診斷之解釋與應用

土壤肥力	pH	有機質 g/kg	Bray-1 磷 mg/kg	交換性鉀 mg/kg	交換性鈣 mg/kg	交換性鎂 mg/kg	交換性鈉 mg/kg
參考值	5.5-7.0	20 以上	60 以上	100 以上	1000 以上	100 以上	＜100

重金屬檢查	鐵 mg/kg	錳 mg/kg	銅 mg/kg	鋅 mg/kg	鎘 mg/kg	鉻 mg/kg	鎳 mg/kg	鉛 mg/kg
參考值	未訂	未訂	< 20	< 25	< 0.4	< 10	< 10	< 15

土壤 pH 值為水土比 ＝1：1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；
交換性鉀、鈉、鈣、鎂以 1M 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 M 鹽酸萃取。

農試所 黃維廷 2011 葉片及土壤分析營養診斷之解釋與應用

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	----------------------------------g/kg---				
大梨參考值	20-26	1.2-2	12-20	12.5-20	2.7-5

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	-----------------------------------mg/kg-----------------------------------				
大梨參考值	35-200	30-200	10-20	20-90	＞25

2. 歷年梨之肥培試驗報告重點整理表

省府農林廳 1988 土壤及葉片營養診斷在果園與茶園施用改進之應用研討會

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	---------------------------------g/kg--------------------------------				
大梨參考值	20-26	1.2-2	12-20	23-30	2.5-5

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	--------------------------------mg/kg--------------------------------				
大梨參考值	35-45	30-200	10-20	20-90	21-150

農試所 邱再發 1976 柑桔、梨及蘋果果樹營養之研究

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	---------------------------------g/kg ---------------------------------				
大梨參考值	20-26	1.2-2.5	12-20	12.5 以上	2.5-5.0

Beyers 1962 摘錄自 Evaluation of fertility by plant and soil analysis

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	g/kg				
大梨參考值	20-30	2.3-14.1	8.5-24	11-22	4.1-11

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	mg/kg				
大梨參考值	-	25-100	3.5-20	10 以上	25-180

摘錄自 Evaluation of fertility by plant and soil analysis 1982

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	g/kg				
大梨參考值	19-25	1.5-2.5	10-20	12-18	4-6

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	mg/kg				
大梨參考值	35-45	30-100	＞20	＞10	21-150

Jones 1964 摘錄自陳仁炫 作物養分需求及植體分析之分級標準彙集

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	g/kg				
大梨參考值	22-28	1.1-2.5	10-20	11-15	2.5-5

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	mg/kg				
大梨參考值	60-250	30-100	5-20	25-200	20-70

Bould 等 1984 摘錄自陳仁炫 作物養分需求及植體分析之分級標準彙集

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	g/kg				
大梨參考值	23-27	-	12-20	15-21	3-5

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	mg/kg				
大梨參考值	60-200	60-120	9-20	-	20-40

Weirand 及 Cressswell 等 1993 摘自 D.J.Reuter 編輯之 Plant analysis an Interpretation Manual 1997

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	g/kg				
大梨參考值	23-27	*1.4-2*	12-20	15-22	3-5

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	mg/kg				
大梨參考值	60-200	60-120	9-20	*20-50*	20-40

三、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

(一) 寄接梨基礎施肥推薦量資訊〈目標或預期產量肥料施肥量推薦〉

大梨每分地 25-30 株，產量估約 3,600-3,780 公斤/分地 (0.1 公頃)

梨每分地參考流程與氮和鉀的比例大致如下：

採收後蓄積肥

利用尚未落葉之剩餘葉片光合作用，累積光合產物回流養分於枝條，大量供給磷 P 與鉀 K 肥於土壤，蓄積枝條養分，
每 0.1 公頃過磷酸鈣 1 包，氯化鉀 1 包。
蓄積後葉落休眠，根不活動，不給肥。

越冬後**高接芽花苞開始萌動**

根開始活動，每 0.1 公頃 43 號複肥 (15-15-15) 半包---可支撐一個月。

開花--小果著果 (2 月底)

冷涼 N 1 K 2.0-2.5 每 0.1 公頃 43 號複肥 (15-15-15)一包 氯化鉀 15-20 公斤
或如果暖熱 N 1 K 2.5-3.0 每 0.1 公頃 43 號複肥 一包 氯化鉀 20-30 公斤
如果海拔高低夜溫 43 號 可改用 5 號複肥 (16-8-12)

小果--中大果 (膨大期) (3--4 月)

每 0.1 公頃每個月 43 號複肥 一包 氯化鉀 8 公斤 N 1: K 1.5
或每 0.1 公頃每個月 43 號複肥一包 氯化鉀 15 公斤 N 1: K 2.0
次數不一定，可能每 20 日至每月一次

中大果--採收 (兼顧品質與開始蓄積) (5--6 月)

每 0.1 公頃 43 號複肥 20 公斤 氯化鉀 30 公斤 N 1: K 6
或每 0.1 公頃 43 號 複肥 10-20 公斤 氯化鉀 40 公斤 N 1: K 8
次數不一定，可能每 20 日至每月一次

氣溫與肥料選擇

高溫即溫暖炎熱 28 °C – 30 °C 以上　43 號或 4 號複合肥料並加強鉀肥

中溫即生長適溫 20 °C – 28 °C　　　5 號複合肥料

低溫即冷涼 20 °C 以下　　　　1 號複合肥料並加強氮磷肥

每分地即 0.1 公頃施肥量合計約過磷酸鈣一包，43 號或五號複合肥料 4.5-5 包

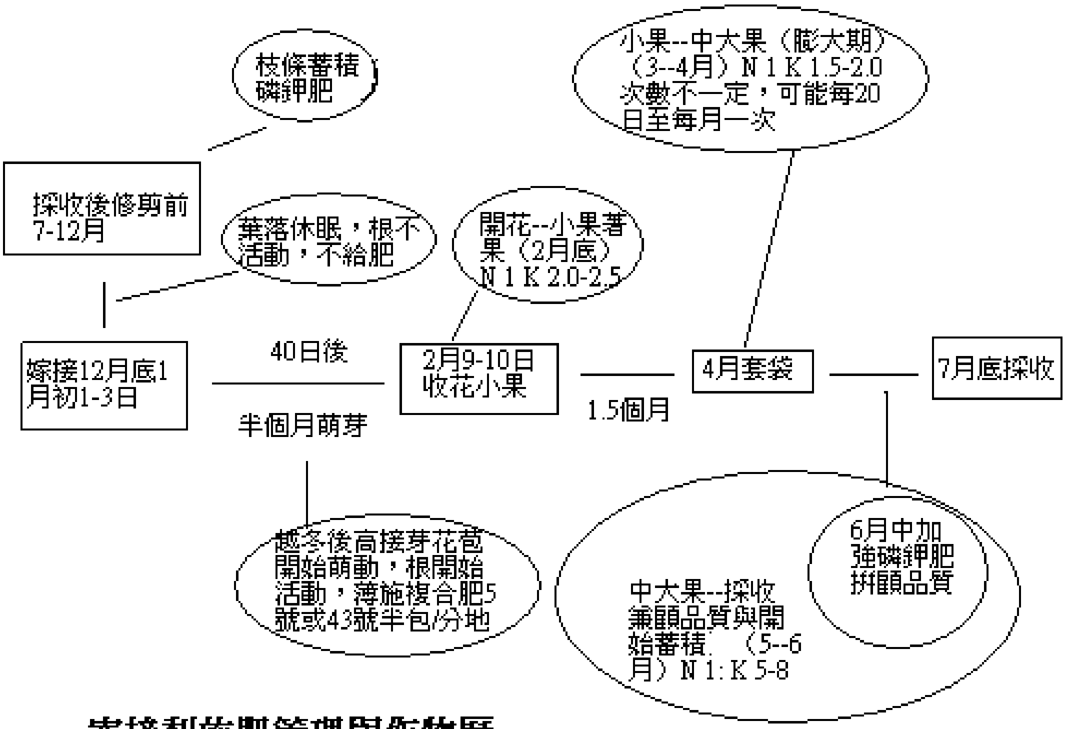
氯化鉀 3.5-4 包

合計　N-- P_2O_5-- K_2O 公斤 / 0.1 公頃

30-35 — 31-39 — 96-126

三要素氮-磷酐-氧化鉀

約每公頃 300-352 -- 312-392 -- 960-1260 公斤



寄接梨施肥管理與作物曆

(二) 基礎施肥推薦量與土壤管理需要依據各產地位置之水分管理與土壤性質 (土壤管理組圖資訊) 而加乘調整

1. 土壤水分管理

大致可分**無灌溉、有灌溉半乾溼與有灌溉表土恆溼**三種水分管理，前兩者為一般農友採行。

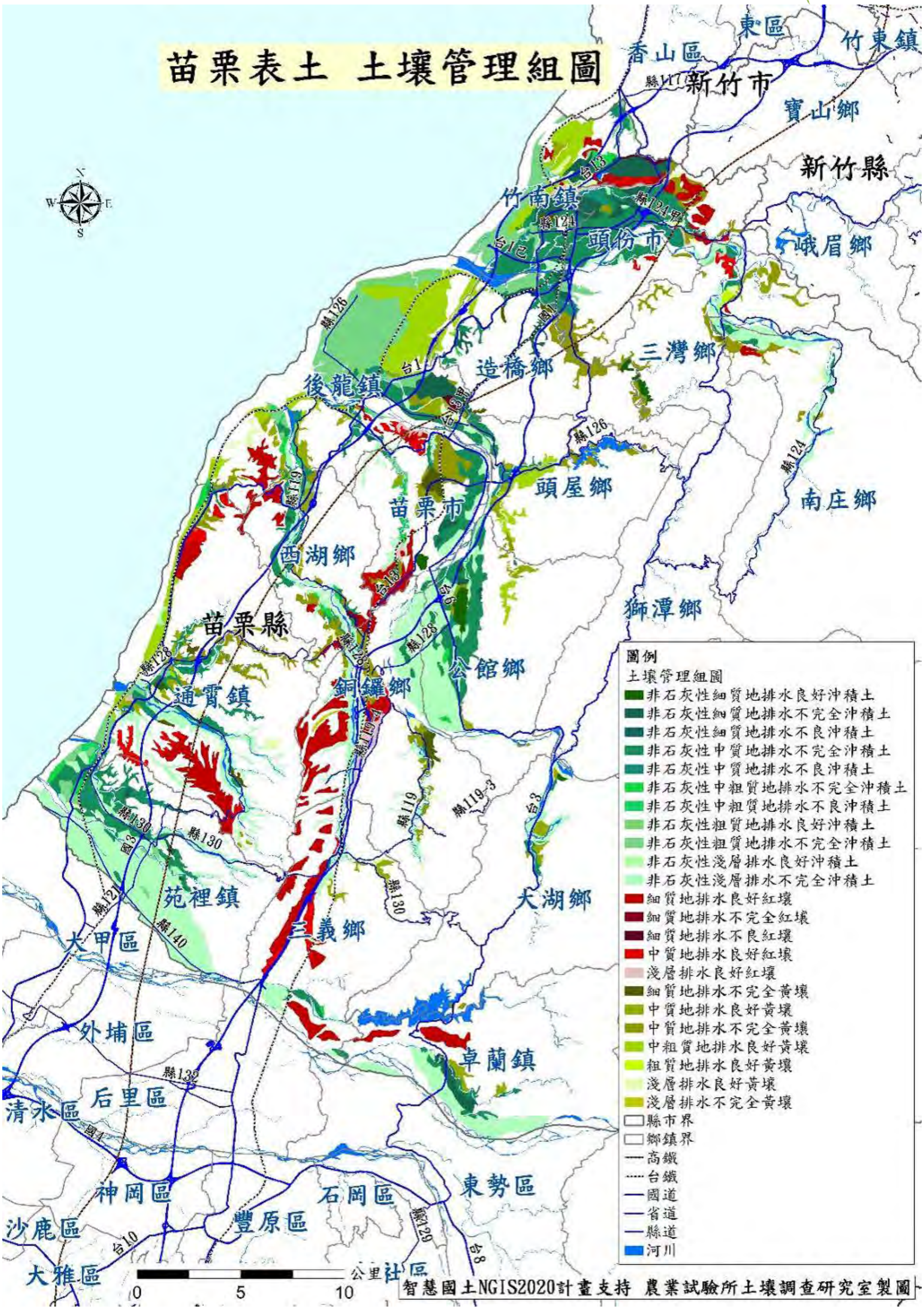
無灌溉管理係看天下雨給水，生育時期 5-8 公分表土層水分經常僅約大雨後飽和含水量之 30-50% (大約 10-17%之土壤水/濕土比) 或以下，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土乾至剩 4-5 分濕程度以下。**因土壤長期相當乾，為確保收量，肥料用量甚高，且需掘穴溝覆土，但施肥頻率低，追肥常利用雨後實施。施肥量調整為基礎推薦量 1.5-3 倍。(基礎推薦量為舊版手冊或一般試驗場所推薦之三要素施肥量)

有灌溉半乾溼管理則於旱季、施肥前後與重要生育時期有相當程度之淹灌或噴灌補充水分，生育時期 5-8 公分表土層土壤水分經常約大雨後飽和含水量之 50-60% (大約 17-22%之土壤水/濕土比)，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分溼，日晒與吸排水土壤約 5-7 分濕程度**。因肥效已較乾式提高，肥料用量可酌減及省工撒施實施追肥。施肥量大致為基礎推薦量或 1-1.2 倍。

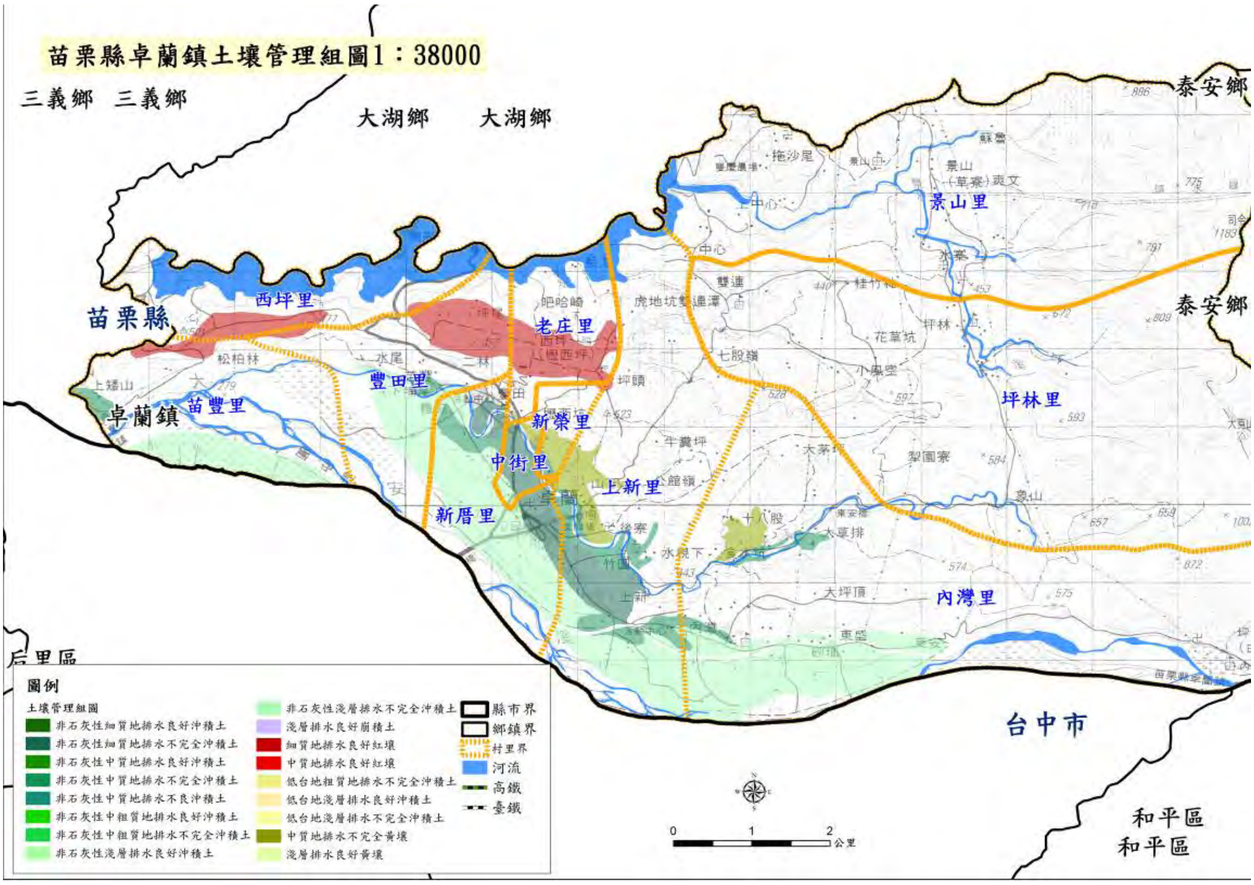
有灌溉表土恆溼管理係落實肥水精緻利用調控之管理，裝設簡易噴灌管路設備乃果園經濟生產提與高肥與水效率必要之投資與硬體。溼式水分管理必須**嚴格維持整個生育時期**表土 5-8 公分土層水分於大雨後飽和含水量之 80-90%以上 (大約 22-30%之土壤水/濕土比)，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土壤仍有 8-9 分濕程度以上**。所以施肥頻率高且肥料可撒施省工，於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足果樹生育需求。施肥量大致為基礎推薦量之 1/2-3/4 倍。

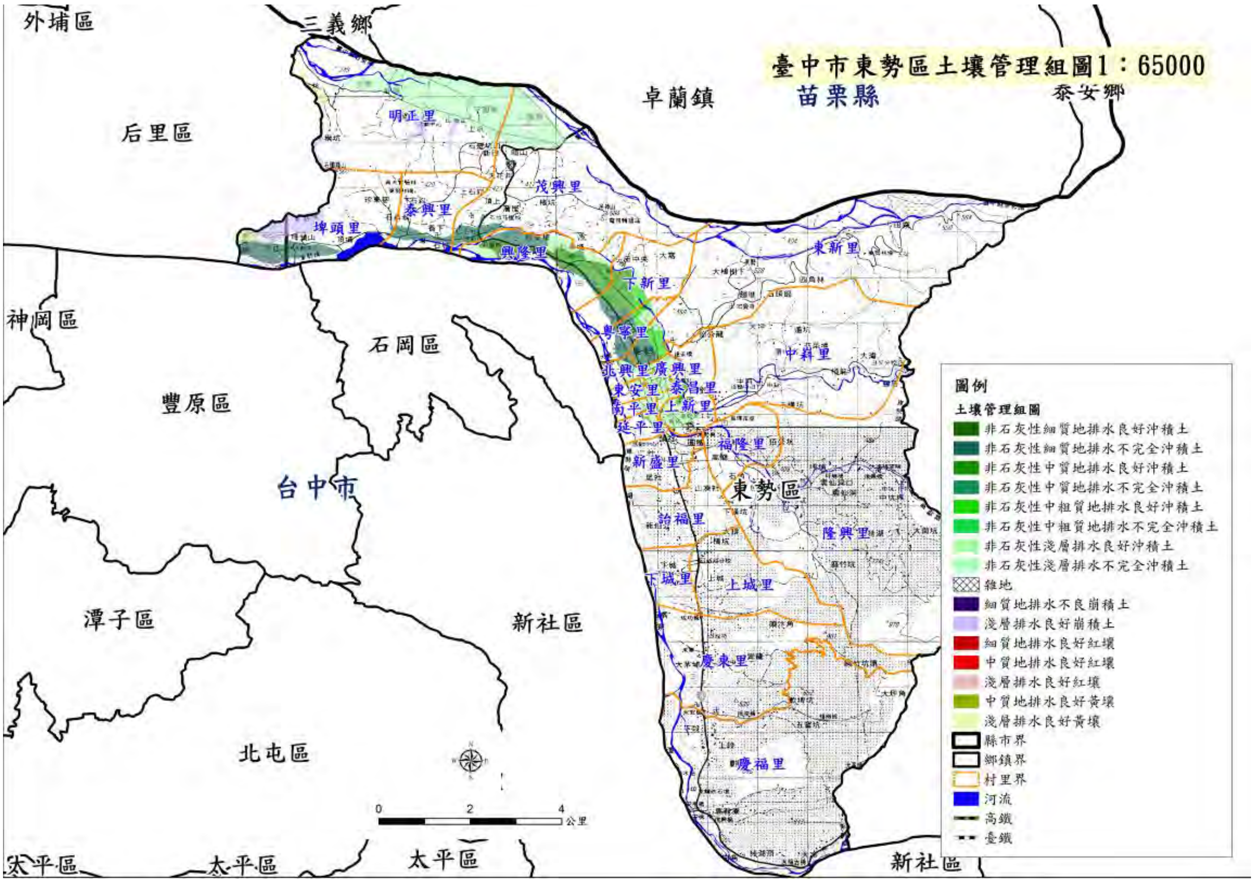
2. 土壤管理組圖：
   (1) 顯示果園田區位置之地形 (低地平原，台地丘陵或高地等)及排水狀況 (排水完全或不完全，排水良好與否等)，可供灌排水管理及施肥量調整參考 。
   (2) **土壤質地管理與基礎施肥量調整**，粗質地土壤保水保肥力較中細質地者差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失。
      A. 粗質地砂質壤土或石礫地果園總施肥量調整為基礎推薦量 1.2-1.3 倍。
      B. 中細質地壤土施肥量大致為基礎推薦量。
      C. 細質地黏質土與黏質壤土果園酌減基礎推薦量的 20-30%，調整為基礎推薦量 0.7-0.8 倍。

      質地要看剖面是否有質地差異大之土層不連續情形。
   (3) **質地影響灌水管理方式**，溼式管理經常維持表土 5-10 公分左右土壤 8-9 分濕潤，灌濕土層深度與灌溉頻率：
      A. 質地黏重之壤土，黏壤土，黏土或留草。(移動慢保肥與水較佳)
         - 灌濕至 8-12 公分止，移動 (慢)至 20 公分時養分約已耗盡，給水頻率 1 次/4-5 天或 1 次/週。
      B. 輕質地砂質土，砂壤土或無草。(移動快保肥與水較差)
         - 灌濕至 5-8 公分止，移動 (快)至 20 公分時養分約已耗盡，給水頻率 1 次/2-3 天或 2 次/週。

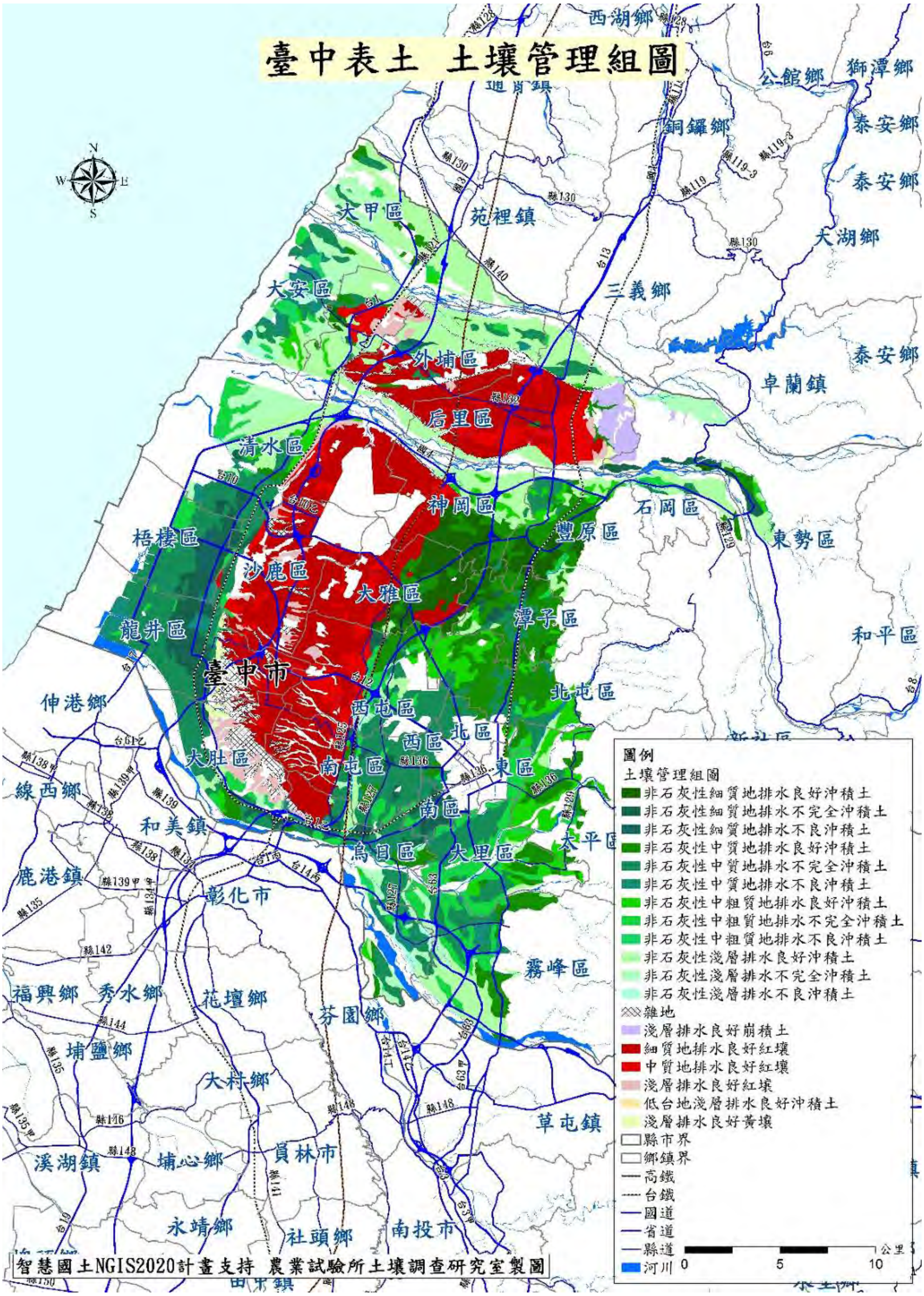


農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖





農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

3. 土壤酸鹼值 pH 土壤管理組圖：

顯示果園田區位置之土壤 pH 與土壤改良策略。

顯示果園田區位置之次量與微量元素營養管理推薦。

高接梨適宜生長在土壤 pH 值範圍 5.5-6.0，pH 非果樹生產之關鍵限制因子，**除非極端低 4.0 以下有鋁、 酸毒害，或鹽鹼土鈉障害，或處女地開墾種植前，才施用石灰改良土壤。果園施用石灰之困難與注意事項：**

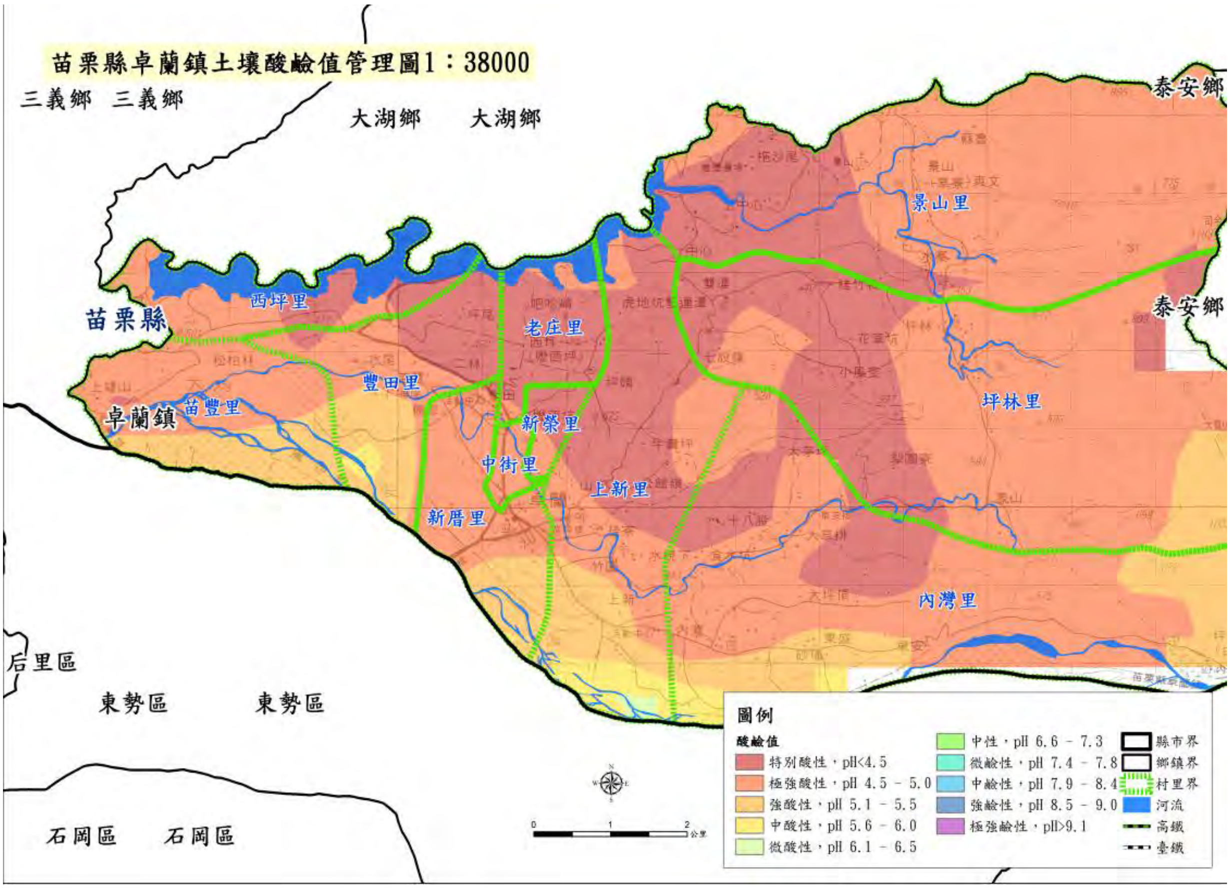
(1) 成園果樹已經定植，會傷害營養根系，施用石灰必須與土壤全層翻拌混合均勻，執行上有實際之困難。除非種植前挖掘定植穴，才方便實施 石灰與土壤全層翻拌混合。

(2) 種植穴內石灰與土壤全層翻拌混合後需灌溉等候半個月至一個月。使石灰的強鹼性鹽基與土壤反應後，才能定植以免傷害根系。

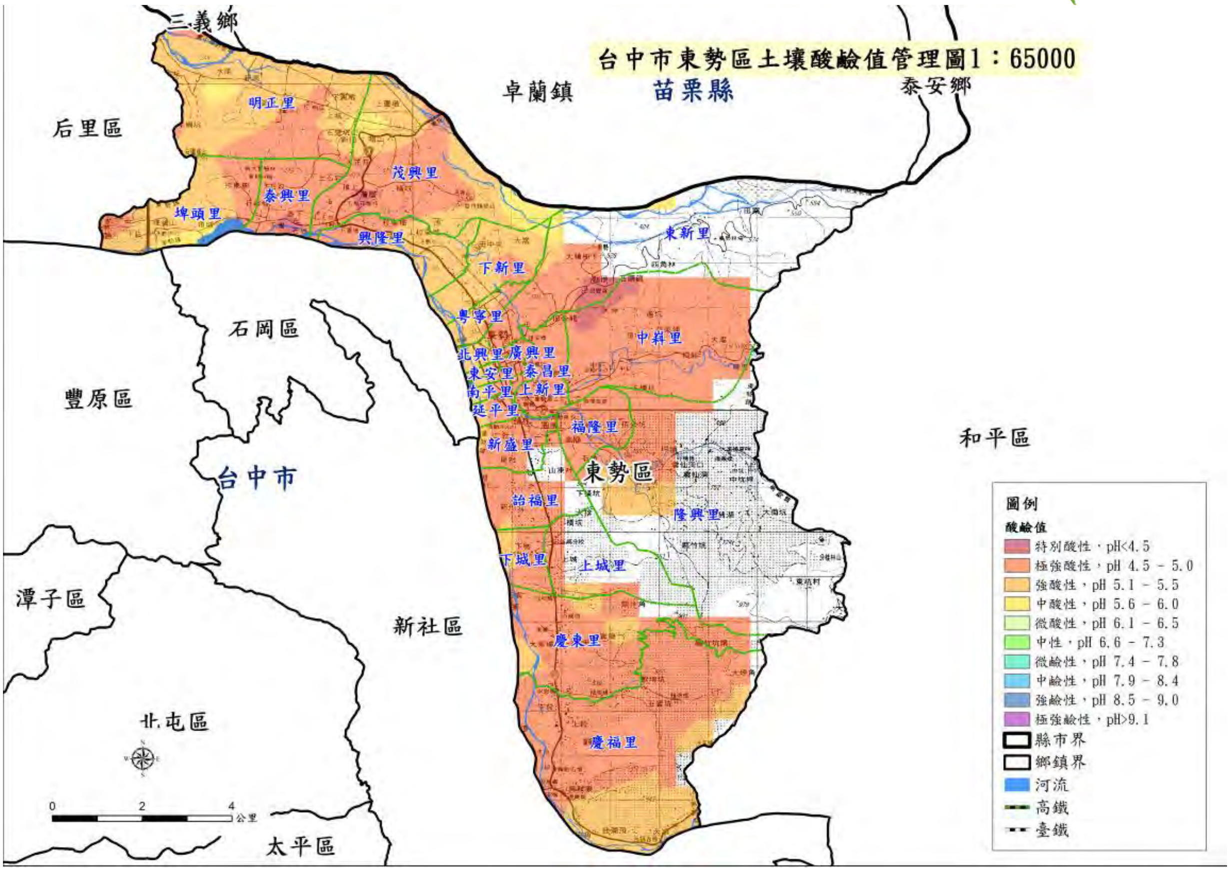
(3) 複合化肥或銨態氮肥容易與石灰資材產生氨氣而傷根，不可同時而需間隔 0.5-1 個月時間施用，每公頃至多施用石灰三公噸左右。

(4) 因為 15 公分土壤土層提高 1.0 單位 pH 需施用苦土石灰 5 噸/公頃以上，資材與翻拌施工成本極高，值得考量。

果園酸性土壤 pH 4.5-5.0 甚至 4.0 以下，土壤交換性鈣與鎂含量甚不足，分別為 300-800 mg/kg 及 40-50 mg/kg。**<u>一般 pH 4.5-5.0 可能鎂，硼及鈣 缺乏，可以施肥策略預防矯正，而不一定需要施石灰改良土壤</u>**。另外，實施草生栽培覆蓋與敷蓋，極有助於維護土壤 pH 之穩定而避免與減輕土壤酸化。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

蜜棗、葡萄與柑桔等對鎂敏感（影響品質）需求量大，一般果樹如寄接梨仍需補充預防性施肥改善缺鎂，施用硫酸鎂（$MgSO_4$）優於苦土石灰。$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 含有18% MgO，苦土石灰則有 18-20% MgO，但苦土石灰溶解度低，硫酸鎂為水溶性，所需水量少。配合噴水管路 3-4 噸/公頃 $MgSO_4$ 效果約等同 9 噸/公頃苦土石灰。

1. 鎂之補充與預防

   鎂缺乏通常在強酸性土壤（例如紅壤）及坡地土壤最為嚴重

   土壤施用：硫酸鎂 25 公斤/0.1 公頃（簡單方便），

   或葉面施肥：每 100 公斤水溶解硫酸鎂（平時補充）200-400（嚴重缺乏）公克，每 0.1 公頃噴施量約 100-150 公斤。連續 3-5 次。注意稀釋倍數，避免肥傷。

2. 缺硼改善方法

   一般果樹較常發生之微量元素問題為硼，硼缺乏易有畸形果之產出， pH 值太高或太低之黏板岩沖積土或紅壤、粗質地砂土與石礫地，及氣候乾旱特殊或栽種需硼較多的植物時，易有硼缺乏。

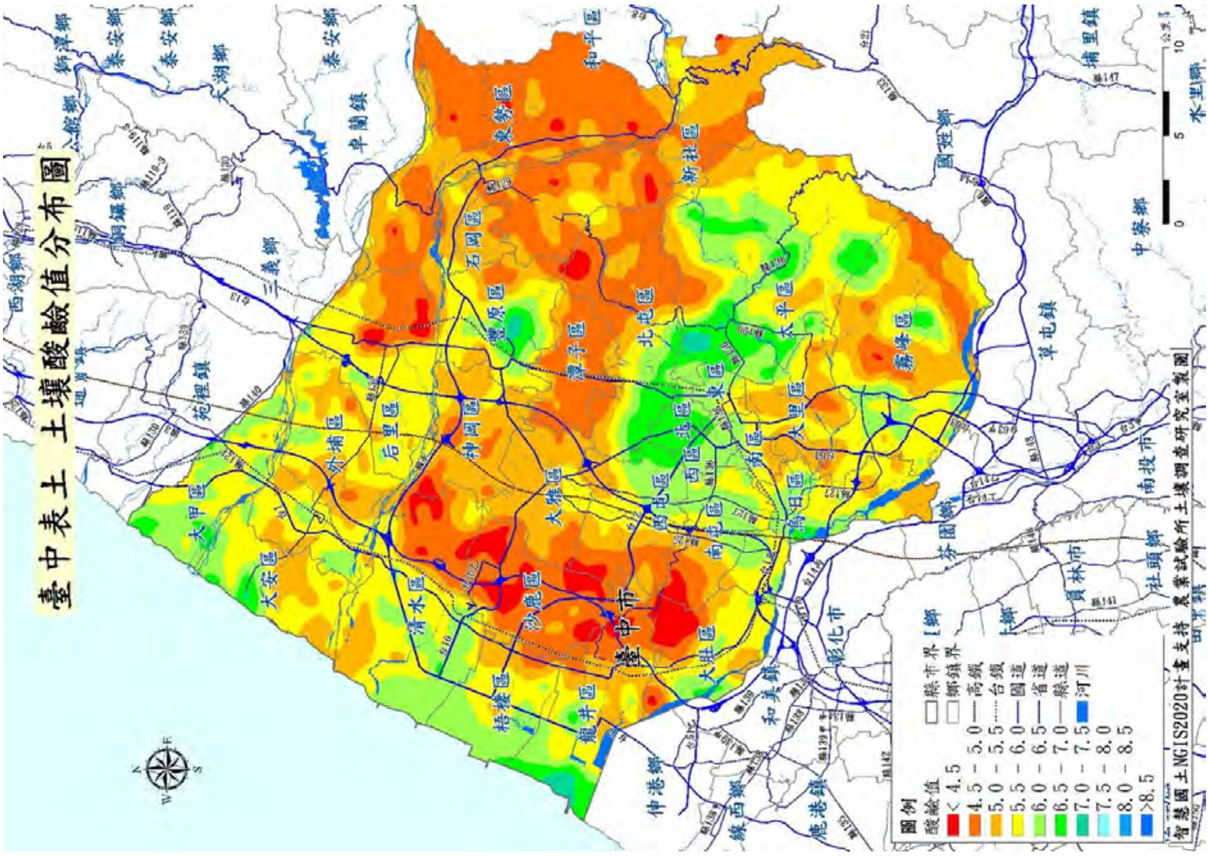
   土壤施用硼酸或硼砂 3-5 公斤/0.1 公頃/年，較不易操作。

   或葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸或硼砂 1,000 倍，考慮樹勢及株數每 0.1 公頃噴施量約 100-150 公斤。連續約 3-5 次。注意稀釋倍數，避免肥傷。

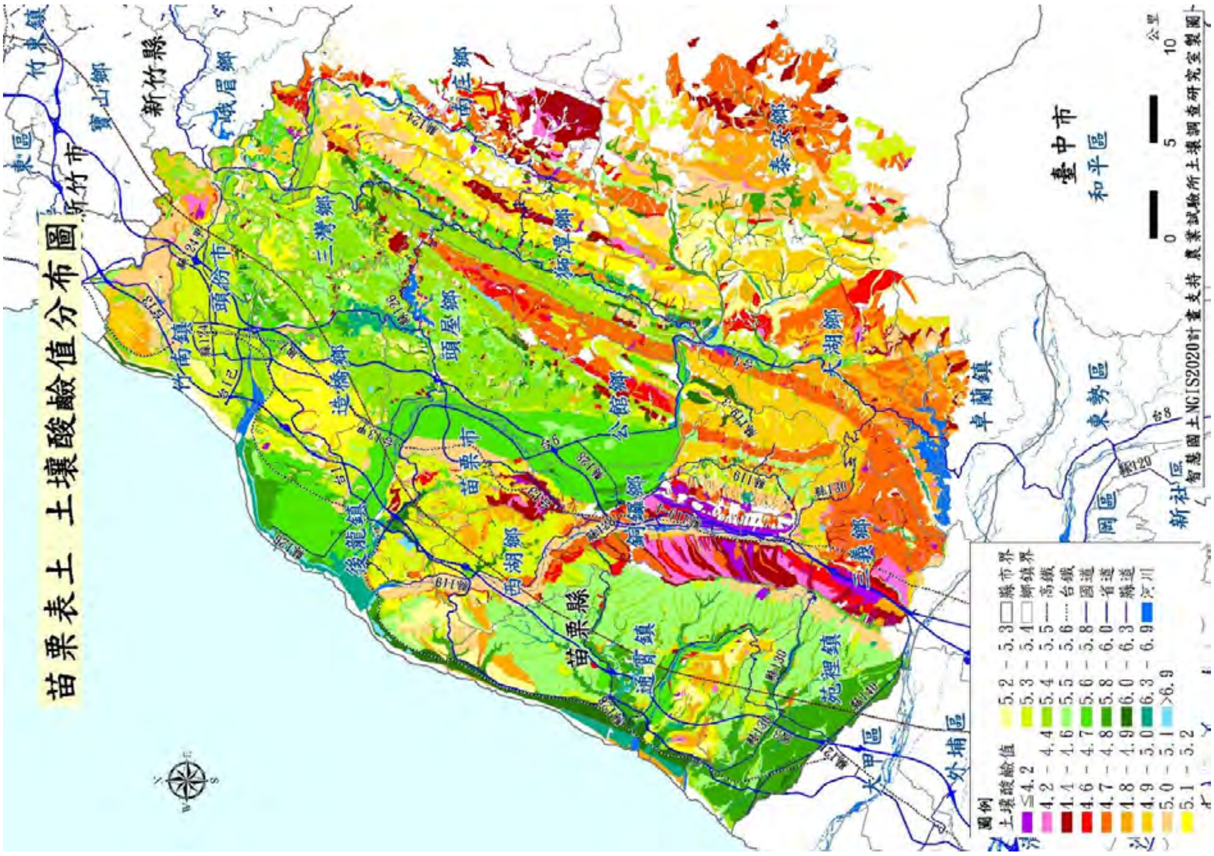
3. 鈣之補充---可預防果實爛尾，並增強寄接梨冷藏貯存性。

   補充時機--開花前，結小果，果實肥大初期。

   石灰與苦土因水溶效率較差，鈣有效性相對較差。氯化鈣水溶解性高，有效性高，且速效，但易因雨水洗流失。每 0.1 公頃 1-2 包（25-50 公斤）氯化鈣澆灌土壤 1-3 次，但成本較高（25 元/公斤），必要時亦可行葉面施肥或果實施肥。

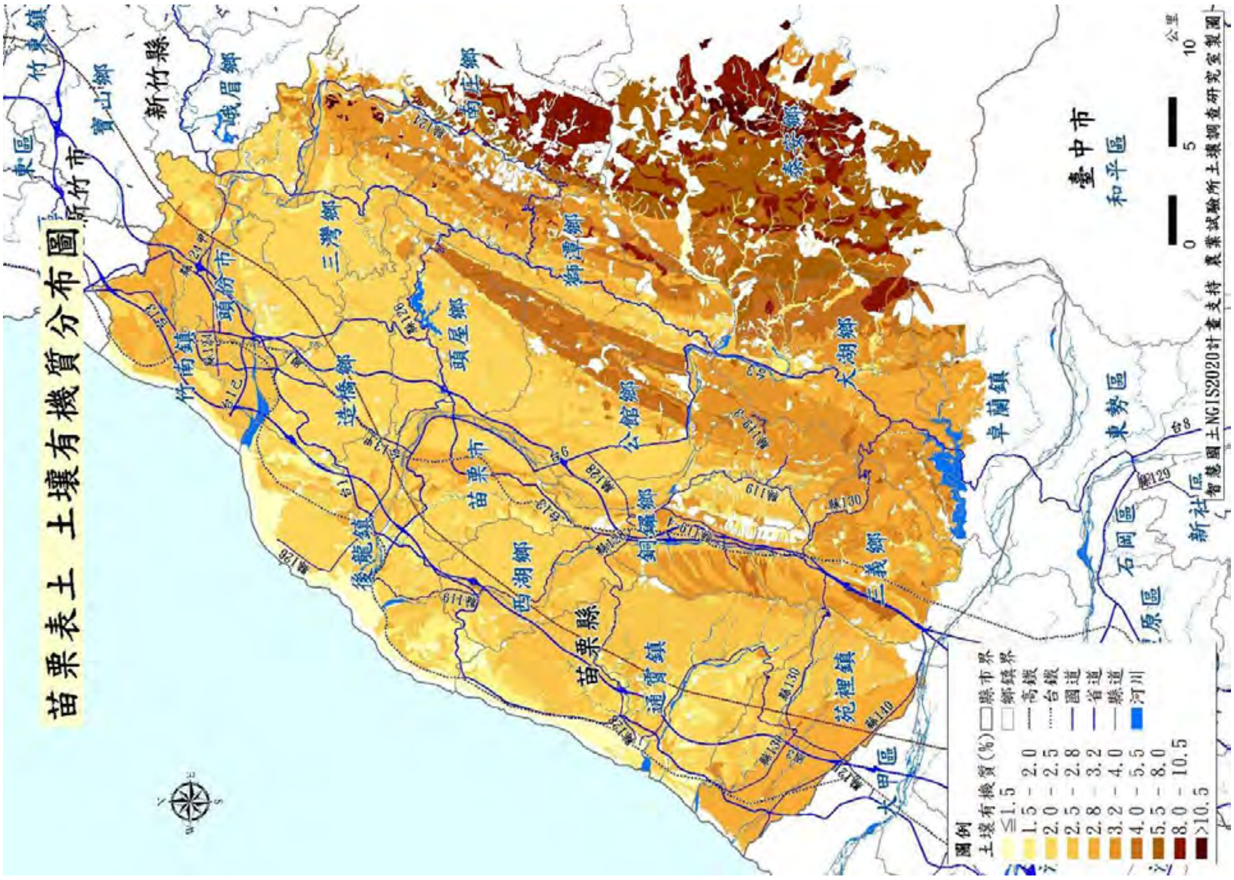


農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

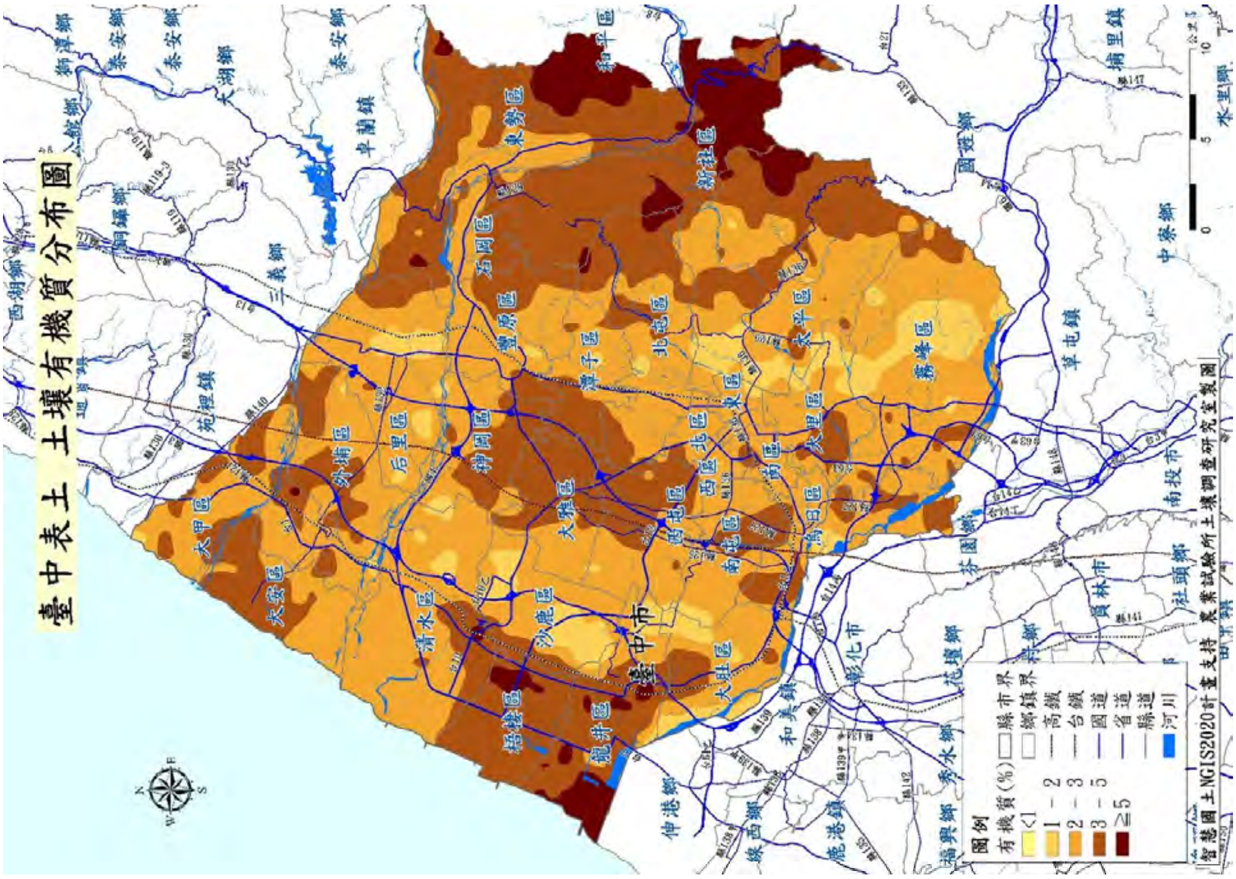


農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

4. 土壤有機質管理組圖：



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

5. 土壤有機質管理組圖：

顯示果園田區位置土壤有機質管理改良策略的推薦：

寄接梨果園土壤有機質含量 15 g/kg -30 g/kg 即可，10 g/kg 以下石礫地或極砂土，保水保肥很差，可施用氮素不高於 20 g/kg，非豆粕類但纖維質，木質素及有機碳較高或 C/N 較高之有機質資材，或以含有機質之複合肥料取代部分化學複合肥料，改善土壤理化性質。但是土壤有機質含量 10 g/kg 以下之石礫地或極砂土，可藉由草生栽培覆蓋與水分與肥料藉管路少量多次的營養管理方式以增加生質量，優於及重於有機質添加之管理，因為每公頃 15 公分 表土，約二百萬公斤重增加 10 g/kg 土壤有機質含量，需要添加 20 噸以上有機材質，成本極高。然而長遠計，有機質資材適度之添加，逐年改善土壤肥力與理化性質，仍是可選擇的上策。

維持適當之土壤有機質含量除大量施用有機材質外，實施草生栽培覆蓋與敷蓋，利用殘枝落葉或稻草或刈割之雜草等敷蓋樹冠下周圍，可減少水分的蒸發與適度維持土壤有機質含量。同時可收避免與打破土壤結皮之功效，結皮之現象為土表因裸耕或清耕不留草，復因大雨滴襲打及淹灌，細小坋粒 (silt) 漂浮淹塞土壤孔隙，形成表土結皮或硬皮阻礙肥料與水分於土壤之縱向的通透性。土壤有機質管理目的為改善土壤物理性質，增進肥料與水分於土壤之縱向的通透性，減少橫向流失。

土壤有機質管理改良策略

一般果園**施行草生栽培**，建議：

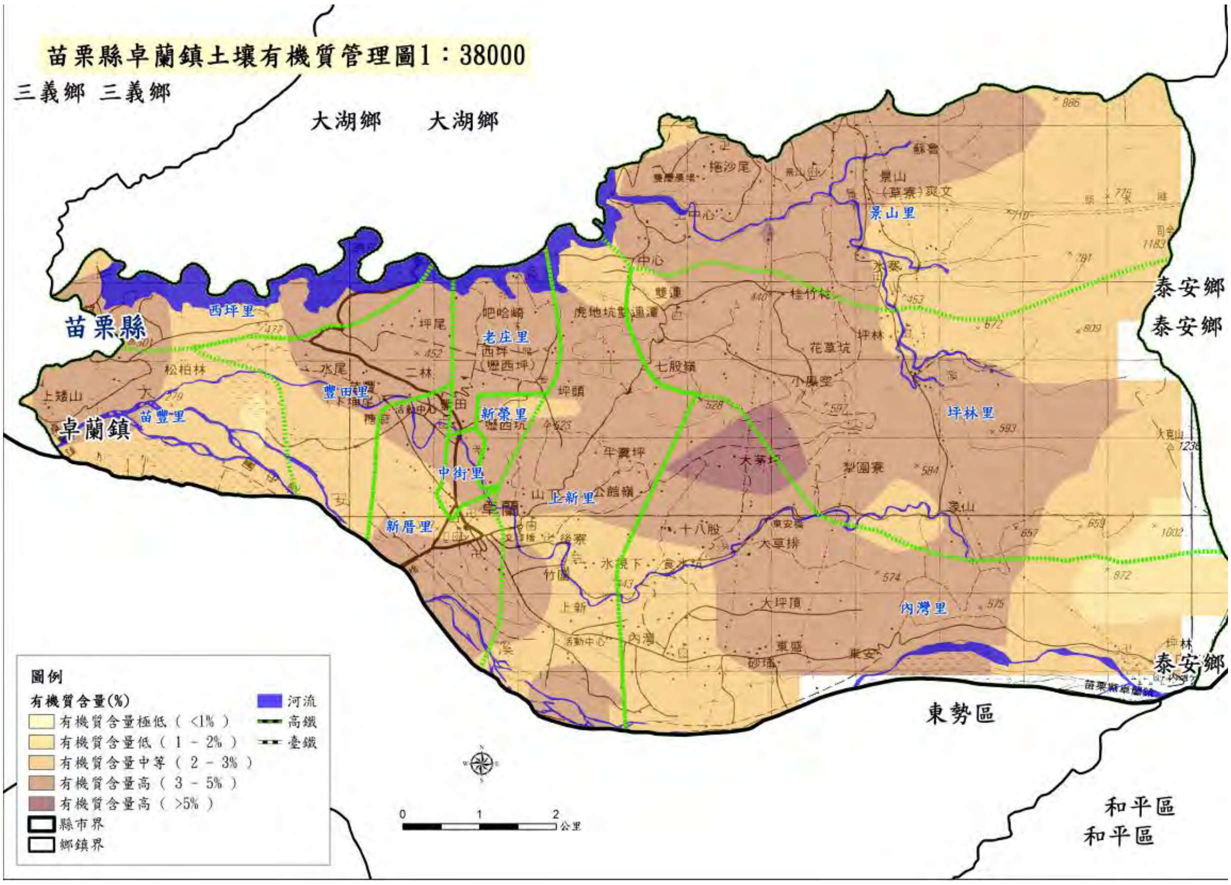
(一)土壤有機質 10 g/kg 以下，及 10 g/kg 以上至 20 g/kg，**基肥**施用非粕類但含纖維質木質素及有機碳較高，即碳氮比 C/N 較高之有機質資材。

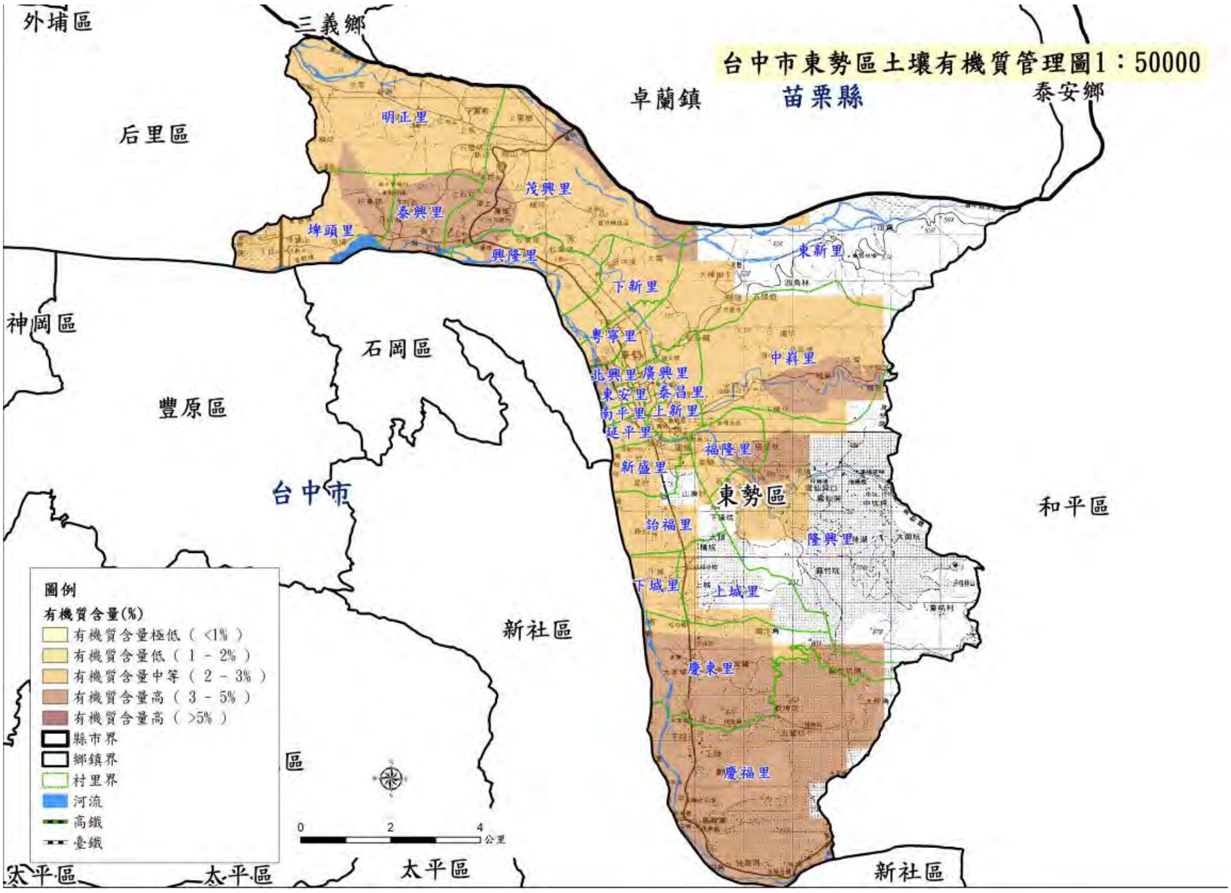
(二)**追肥施用含有機質之複合肥**。

(三)土壤有機質 30 g/kg 以上，**可減少有機質肥料施用**，可隔一至二年才施用一次。

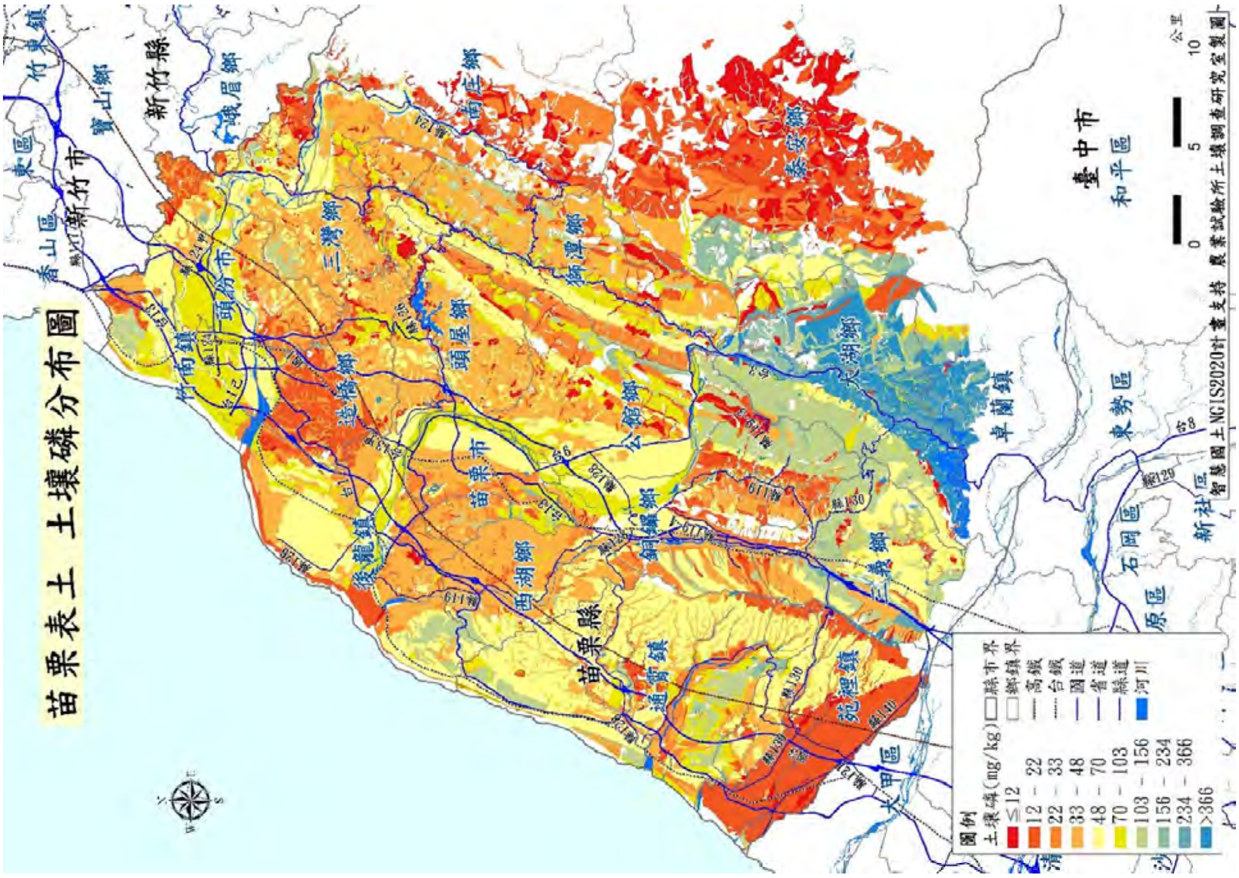
土壤有效性磷及鉀等級和施肥量

土壤有效性磷及鉀含量分析值如果分別低於營養診斷標準 50 mg/kg 和 150 mg/kg，施肥量必須於基礎施肥推薦量之**基肥時**，額外補充每 0.1 公頃過磷酸鈣與氯化鉀各 40 公斤。農友應善利用農試所及各區農業改良場的土壤、植體與肥料分析服務，以執行果園農田健康檢查。

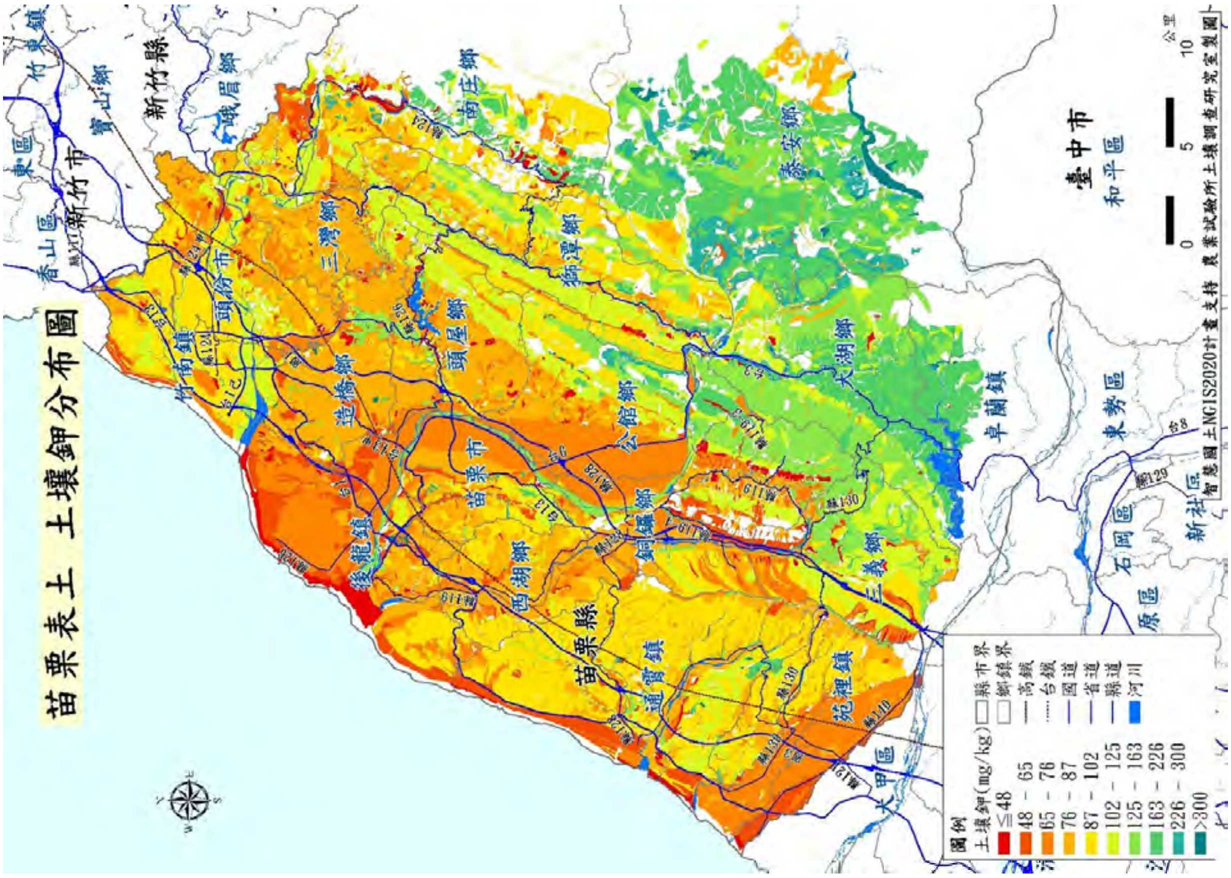




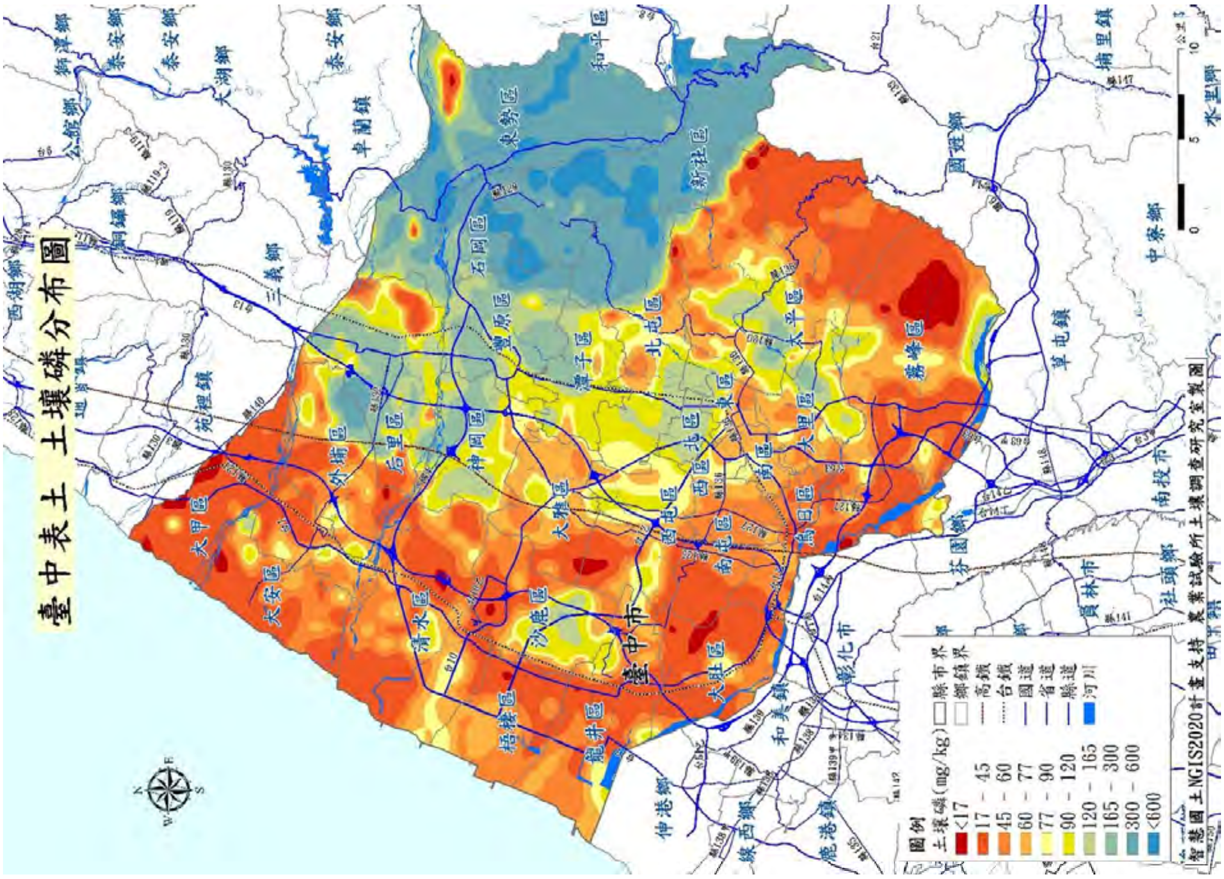
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



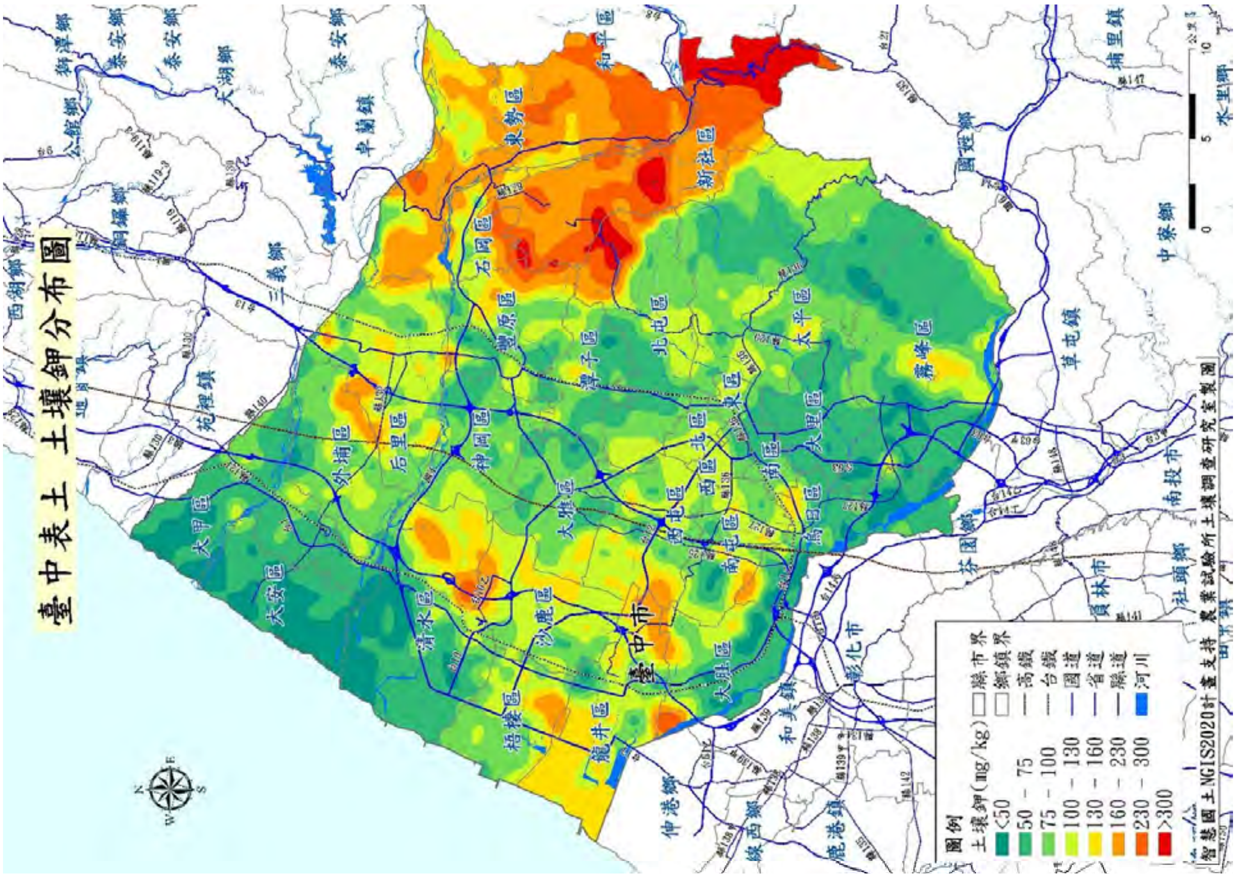
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

四、高接梨施肥之參考實例或範例

(一) 舊版施肥手冊

大梨 16-18 年生 0.92-0.56-071 公斤/株，大梨一分地 0.1 公頃 **25-30 株**，

三要素氮-磷酐-氧化鉀 **230-280---- 140-170----- 180-210 公斤/公頃**。

依樹齡而非單位面積目標產量提出推薦量，堆肥與磷肥全數於落葉後休眠期施用完，氮鉀肥則於落葉後休眠期施用基肥全年 60%，疏果後追肥 10% 及果實肥大期追肥 20% 分施二至四次，採收後禮肥 10%。三要素施肥量與各施肥時期分配率均需經過數學換算成實際肥料施肥量，對農友而言，殊為不便利。

(二) 台南區農業改良場特刊第 3 號梨　台南區農改場 黃和炎

1. 三要素施肥量已經換算成實際肥料施肥量，而且列出搭配之複合與單質肥料名稱。對農友而言，已有參酌實用之進步。但**背景說明**稍嫌不足。

   大梨 10 年生以上施肥量 1.20-0.70-0.70 公斤/株，大梨一分地 0.1 公頃 25-30 株，

   三要素氮-磷酐-氧化鉀 **300-360--- 175-210--- 175-210 公斤/公頃**。

要素推荐量（克／株／年）

母樹年齡	氮	磷酐	氧化鉀	折合肥料	有機質肥料(公斤)
一～三年生	75	75	75	四十三號複肥 500 公克	5- 10
四～五年生	150～200	150～200	150～200	四十三號複肥 1,000～1,300 公克	10- 20
六～七年生	550	350	350	四十三號複肥 2,300 公克、尿素 500 公克	30- 400
八～十年生	850	500	500	四十三號複肥 3,400 公克、尿素 840 公克	40- 50
十年生以上	1200	700	700	四十三號複肥 4,600 公克、尿素 1,190 公克	50- 60

施肥時期及其分配率（%）

肥料種類	基　　肥(落葉後)	追肥 謝花後	追肥 中果期	禮肥
有機肥	100			
四十三號複肥	70			30
尿素		50	50	

(三) 溫帶梨果園肥培管理技術　台中區農改場 賴文龍

大梨 15 年生三要素氮-磷酐-氧化鉀 250--- 150--- 190 公斤/公頃。

大梨 18 年生三要素氮-磷酐-氧化鉀 270--- 170--- 210 公斤/公頃。

大梨 21 年生三要素氮-磷酐-氧化鉀 300--- 185--- 230 公斤/公頃。
大梨 24 年以上三要素氮-磷酐-氧化鉀 320--- 200--- 250 公斤/公頃。

溫帶梨各施肥時期施用複合肥料與單質肥料之施肥量〈公斤/公頃〉

肥料別	基肥 (落葉休眠)	萌芽前 (3 月上旬)	幼果期 (4-6 月)	果實肥大期 (7-8 月)	禮肥 (採收後)
5 號複肥 (16-8-12)	-	-	383 (9.6 包)	-	-
4 號複肥 (11-5.5-22)	-	-	-	418 (10.5 包)	-
硫酸銨	-	143 (3.6 包)	567 (14.2 包)	-	143 (3.6 包)
過磷酸鈣	728 (18.2 包)	-	-	-	-
氯化鉀	153 (3.8 包)	-	-	-	-

三要素施肥量與各施肥時期分配率已換算成實際肥料施肥量，且列出搭配之複合與單質肥料名稱。對農友而言，已具有參酌實用之進步。但背景說明稍嫌不足。

(四) 合理化施肥試驗觀摩會 2009 年 農試所黃維廷

背景資料：劉惠芳農友，果園位置於苗栗縣卓蘭鎮新厝里，屬於大安溪河谷平原之黏板岩非石灰性新沖積土。酸性土壤表底土 pH 均 4.6 左右，每年均施用有機質肥料作為基肥，因此，土壤有機質含量豐富表底土分別為 49 g/kg 與 27 g/kg。土壤實施草生栽培覆蓋，且水分管理以噴灌替代淹灌防止表土結皮。合理化施肥示範區以每分地計算，**產量估約 3,780 公斤/分地**，糖度達 13 度以上。

A. 示範肥培管理一分地即 0.1 公頃

採收前至落葉止蓄積枝條養分

每分地施花生粕四包，30 公斤/包，15 元/公斤(氮 5%）。

過磷酸鈣 二包 ， 氯化鉀一包。

芽動後至開花小果期 二月底

硝酸(鋞)銨鈣 1.2 包，25 公斤/包，氯化鉀 15 公斤。

小果期至中果期

3/19 43 號複肥 (15-15-15) 一包，氯化鉀 20 公斤 。氮鉀比 1: 2.5。

4/14 43 號複肥 (15-15-15) 一包，氯化鉀 10 公斤。果徑小不理想，氮鉀比 1: 1.7。

中大果期 氮鉀比 **1: 5→8**

4/30 43 號複肥 30 公斤，氯化鉀一包。氮鉀比 1: 5。

5/25 43 號複肥 10 公斤，氯化鉀 15 公斤。氮鉀比 1: 6。

大果期至採收 氮鉀比 **1: 8→14**

6/8 43 號複肥 10 公斤，氯化鉀 0.5 包，氮鉀比 1: 8。

6/17　43 號複肥 10 公斤，氯化鉀一包，氮鉀比 1:14，硫酸鎂一包。

合計　**N-- P_2O_5-- K_2O　395--354--1290 公斤/公頃**

B. 對照區 劉惠芳農友慣常施肥

背景資料：基肥重施**植物渣粕**及苦土石灰改良酸性土壤，因此，氮肥高達 934 公斤/公頃，**產量估約 3,600 公斤/ 0.1 公頃以上**，糖度達到 12 度以上。

採後與基肥

10/11　苦土石灰 5 包 160 元/25 公斤/包。

10/16　花生粕 8 包，30 公斤/包，15 元/公斤(氮 5%)。

豆粕 16 包，30 公斤/包，15 元/公斤(氮 6%)。

煙粉 300 公斤

花芽萌動後與開花小果期

3/6　硝酸銨鈣 2.4 包，25 公斤/包。

3/21　5 號複肥 (16-8-12) 1.4 包。

中大果期

4/6　43 號複肥 1.2 包。

4/13　43 號複肥 1.2 包。

大果期至採收

5/13　36 號複肥 (7-21-21)　1.2 包。

5/18　36 號複肥 (7-21-21)　1.2 包。

6/6　氯化鉀一包。

合計 **N-- P_2O_5-- K_2O　934--459--397 公斤/公頃。**

(五)合理化施肥試驗觀摩會 2010 年 農試所 黃維廷

背景資料：示範肥培管理一分地完全不施有機質肥料，採收後越冬習以粕類為禮肥與基肥，但越冬根處於不動狀態，且有機質肥料緩效不易掌握氮的釋放。如果實肥大成熟後期遇雨方大量釋放氮，影響果實品質。採收後利用尚未落葉之剩餘葉片光合作用，不給有機質氮肥而大量供給磷與鉀肥於土壤，蓄積枝條養分，期翌年花芽飽滿，萌芽始花後以簡易管路行精緻有效根域水分管理，使適量適比率之化肥及時吸收，滿足特定生育時期需要。雖完全不施有機質肥料，然產量 3,720 公斤/ 0.1 公頃，比**對照**區劉惠芳農友慣常施肥 3,600 公斤/ 0.1 公頃高，兩區糖度達到 12-14 度。

A. 示範肥培管理一分地即 0.1 公頃

採收前至落葉止蓄積枝條養分

10 月基肥：無施用有機質肥料僅施下過磷酸鈣一包，氯化鉀一包。

1 月底萌芽 43 號 20 公斤。

小果期至中果期

2/23　43 號複肥 一包。

3/11　因雨故約 15 日後再補肥　43 號複肥一包

3/30　43 號複肥 一包，氯化鉀 15 公斤。

4/20　43 號複肥 一包，氯化鉀 15 公斤。

中大果期至採收

5/8　43 號複肥一包，氯化鉀 20 公斤。

6/1　43 號複肥 20 公斤，氯化鉀一包。

6 月底　雨後擬再補充氯化鉀 10 公斤。

合計　**N-- P_2O_5-- K_2O　　360--432--1200 公斤/公頃**

B. 對照區 劉惠芳農友慣常施肥

採後與基肥 10 月基肥

糖蜜有機質肥料 (12-0.8-0.5)，40 公斤*24 株/ 0.1 公頃，即 960 公斤/ 0.1 公頃

花芽萌動後與開花一月底

(A) 即溶 4 號 (11-5.5-22)　150 公克/缸，7.2 缸/4 分地，120 公升水/缸。

(B) 蔗渣堆肥 (0.4-0.1-0.3)　20 公斤*300 包/4 分地即 1500 公斤/ 0.1 公頃

小果期至中果期

2/23　硝酸銨鈣 (26%氮) 即 50 公斤/ 0.1 公頃　。

3/10　5 號複肥 5 包/ 4 × 0.1 公頃，即 50 公斤/ 0.1 公頃。

4/15　43 號複肥 5 包/ 4 × 0.1 公頃，即 50 公斤/ 0.1 公頃。

中大果期至採收

5/6　43 號複肥 5 包/ 4 × 0.1 公頃，即 50 公斤/ 0.1 公頃。

5/24 彩虹化肥 (5-15-25)　10 包/0.1 公頃，即 50 公斤/ 0.1 公頃。

6 月　氯化鉀 1 包/ 4 × 0.1 公頃，，即 10 公斤/ 0.1 公頃。

合計　**N-- P_2O_5-- K_2O　　560--357--488 公斤公斤/公頃。**

(六) 2010 年卓蘭高接梨產銷班第四班班員施肥資料--傅金谷農友

背景資料：果園位卓蘭鎮新厝里，屬於大安溪河谷平原之黏板岩非石灰性新沖積土。表底土 pH 分別為 4.8 與 4.7，表底土土壤有機質含量分別為 25 g/kg 與 8 g/kg。56 株/1.8 分地 (小株不計)，30 株/分地。每分地產量約 3,100 公斤 141 株/4.5 分地， 31 株/分地。施肥方法以**土壤澆施肥料(肥灌)**為主。**肥效極高，非常省肥僅 398--105--237 公斤/公頃。**

土壤澆施肥料

採收後

43 號複肥 7 包/4.5 分地→泡製稀釋成 24 缸，即 24 × 120 公升。

即 43 號複肥 1.56 包/ 0.1 公頃。

11 月基肥

蔗渣堆肥 (0.4-0.1-0.3)　95 元/20 公斤/包，

2*20 公斤*31 包/ 0.1 公頃即 1240 公斤/ 0.1 公頃。

嫁接前

硫酸銨 (21%氮)　5 包/4.5 × 0.1 公頃，即 1.11 包 44 公斤/ 0.1 公頃。

2 月中小果期

硝酸銨鈣 (26%氮 N)　20 公斤/550 元/包。

20 公斤 × 14 包/ 4.5 × 0.1 公頃，即 62.2 公斤/ 0.1 公頃。

土壤澆施

腐植酸 (25 公斤/5000 元)　150 公克 ＋ 海草精 (20 公升/ 6,000 元)　600 毫

升（公克）

→泡製稀釋成一缸，4.5 × 0.1 公頃每次 24 缸（24 × 120 公升）。

另外投入氯化鉀二包　。

合計　**N-- P_2O_5-- K_2O**

398--105--237 公斤/公頃。

(七) 2010 年卓蘭高接梨產銷班第四班班員施肥資料--詹芸佩農友

背景資料：果園位卓蘭鎮新厝里，屬於大安溪河谷平原之黏板岩非石灰性新沖積土。表底土 pH 分別為 5.4 與 5.7，表底土土壤有機質含量分別為 35 g/kg 與 16　g/kg。40 株 / 0.1 公頃。每 0.1 公頃產量約 3,000 公斤。施肥方法以**土壤澆施有機液態肥料**為主。**肥效極高，非常省肥僅 256--340--163 公斤/公頃。**

基肥　土壤澆施二次　　2*4 缸 × 120 公升。

每次 黃豆 50 公斤+蔡 18 菌 1 夏油桶→泡製稀釋成四缸。

嫁接後　　全○有機質肥料（1.5-2.0-1.5）　110 元/20 公斤/包*6 包。

小果期

銨基磷鈣肥（3-15-3.6）　400 元/20 公斤/包。

鈣 10%、鎂 5%、有機質 40%以上。20 公斤*6 包　。

合計　**N-- P_2O_5-- K_2O　256--340--163 公斤/公頃。**

(八)2011 年合理化施肥試驗觀摩會 農試所 黃維廷

背景資料：高秀琴農友，100 株/ 3.5 × 0.1 公頃約 20 株 / 0.1 公頃。每分地產量很低（2,300 公斤左右），肥料背景資料：示範肥培管理一分地完全不施有機質肥料，且減施氮肥 50%以上，萌芽始花後以簡易管路行精緻有效根域水分管理，使適量適比率之化肥及時吸收，滿足特定生育時期需要。雖**完全不施有機質肥料**，然第一年產量 2,500 公斤仍然略高於**對照區高秀琴**農友慣常施肥 2,300 公斤。果園位於卓蘭豐田里砂頁岩沖積土，表底土 pH 分別為 5.1 與 4.6，由於經年累月投入大量有機質肥料，表底土土壤有機質含量高分別為 74 g/kg 與 46 g/kg。

A. 示範肥培管理一分地

採收前至落葉止蓄積枝條養分

12/27 嫁接，1/17 氯化鉀一包。

萌芽後與開花（半生長半蓄積）

1/28 氯化鉀一包，43 號複肥 20 公斤。

開花與小果期至中果期　(約二週一 1 次)

2/15　43 號複肥 一包，氯化鉀 15 公斤。

3/7　5 號複肥 一包，氯化鉀 15 公斤。

3/18　5 號複肥 一包，氯化鉀 15 公斤。

4/8　43 號複肥 一包，氯化鉀 0.5 包。

中大果期至採收

5/15 43 號複肥 0.5 包，氯化鉀 0.5 包。

5/28 43 號複肥 0.5 包，氯化鉀 0.5 包。

遲來之梅雨後 6/12　43 號複肥 10 公斤，氯化鉀 1 包。

合計　**N-- P_2O_5-- K_2O　353- 290- 1670 公斤/公頃。**

B. 對照區　秀琴農友慣常施肥

背景資料：同上，基肥重施粕類有機質肥料及苦土石灰改良酸性土壤，因此，氮肥高達 686 **公斤**/公頃，產量估約 2,300 公斤/ 0.1 公頃。

採後與基肥

11/6 苦土 6 包/ 3.6 × 0.1 公頃即 1.7 包/ 0.1 公頃。

東農有機質肥料 (2.0-2.5-2.5) 25 公斤/包，一株二包 計約 40 包/分地。

1000 公斤/分地。

12/27 **嫁接後**　硫酸銨二包/分地。

澆灌施即溶 5 號複肥 (10-20-20)　(270 元/10 公斤/包)，二包+黃豆水 20 公斤。

(黃豆 30 公斤+糖 25 公斤× 2 浸泡水稀釋至 360 公升，再取 2 桶 × 10 公斤/桶)。

小果期至中果期約每隔二週施肥

43 號複肥 3 包、5 號複肥 3 包、地能 1 號 (11-0-5) 20 公斤 × 2 包。

4/3　胺基酸磷鎂鈣 (2-15-2-5) 25 公斤× 2 包。

4/12 澆灌施即溶 5 號複肥 (10-20-20)　(270 元/10 公斤/包)，二包。

中大果期至採收

5 月 胺基酸鉗合鎂肥 25 公斤× 2 包。

6 月 即溶 6 號複肥 (5-18-18-4) 10 公斤× 2 包。氯化鉀 0.5 包。黃豆水 20 公斤。

合計 **N-- P_2O_5-- K_2O　686- 717- 850 公斤/公頃。**

(九)2012 合理化施肥試驗觀摩會 農試所 黃維廷

背景資料：同上第八例，示範區萌芽始花後以簡易管路行精緻有效根域水分管理，使適量適比率之化肥及時吸收，滿足特定生育時期需要，***中大果期後，另外補充葉面施肥，補強提高示範區之糖度至 13.5 度 (對照區約 11-12 度)***。第二年產量兩區均豐產，雖然示範有機質肥料施用量減少三分之一對照區之用量，**示範區 3,540 公斤/ 0.1 公頃**仍然高於**對照區高秀琴農友慣常施肥 3,180 公斤/ 0.1 公頃**。

A. 示範肥培管理一分地

民國 100 年採收後

八月中 43 號複肥 1 包，11 月底 東農有機質肥料 (2.0-2.5-2.5)　25 公斤/包。

計約 40 包/ 0.1 公頃。

採收後至落葉前蓄積枝條養分 1/10 嫁接

1/15　氯化鉀一包。

萌芽開花與小果期

2/24 施 5 號複肥一包。

3/16　土壤施肥 43 號複肥一包，氯化鉀 10 公斤。

3/20 起葉面施肥 每週二次約八次。

120 公升水溶解尿素 180 公克。

磷酸一鉀 180 公克，硫酸鉀 300 公克，葡萄糖 120 公克。

小果期至中果期

4/11　土壤施肥 43 複肥號一包

葉面施肥　每週 1-2 次，雨多僅三次。

120 公升水溶解尿素 120 公克，磷酸一鉀 200 公克，硫酸鉀 400 公克，葡萄糖 120 公克，*水硼 120 公克二次*。

5/2 土壤施肥 43 號複肥 30 公斤，氯化鉀 20 公斤。

中大果期

5/12 土壤施肥 43 號複肥 30 公斤，氯化鉀 20 公斤。

5/25 土壤施肥 43 號複肥 20 公斤，氯化鉀 20 公斤。

葉面施肥每週 1-2 次，約四次。

120 公升水溶解尿素 **180 公克**。

磷酸一鉀 360→180 公克，硫酸鉀 480 公克，葡萄糖 180 公克。

中大果期至採收

6 月中 土壤施肥 氯化鉀 40 公斤。

葉面施肥每週二次，約四次。

120 公升水溶解尿素 12 公克、磷酸一鉀 200 公克、硫酸鉀 600 公克、葡萄糖 120 公克。

合計 **N-- P_2O_5-- K_2O　364- 232- 1248 公斤/公頃。**

B. 2012 年對照區 高秀琴農友慣常施肥

背景資料：同上第八例。肥料施用量高而施肥過於頻繁。

採後與基肥

11/6 苦土 5 包/ 2.6 × 0.1 公頃即 2 包/ 0.1 公頃。東農有機質肥料 (2.0-2.5-2.5) 25 公斤/包。

計約 60 包/分地。黃豆 ＋ 糖 ＋ 菌 2000 元/ 2.6 × 0.1 公頃

液肥一桶 3,000 元/ 2.6 × 0.1 公頃。

嫁接後 1/13　硫酸銨二包。

萌芽開花與小果期

2/13 硝酸鉀 1 包/2.6 × 0.1 公頃。

2/26 即溶 1 號 (20-5-10)　2 包 / 2.6 分地。

小果期

3/10 **白肥**即硝酸銨鈣 (26%氮) 白肥 5 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

3/16 即溶 1 號 (20-5-10)　2 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

3/25 白肥 5 包 /2.6 × 0.1 公頃。

中果期

4/8　5 號複肥 3 包 / 2.6 × 0.1 公頃。鉗合鎂 5 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

4/12　即溶 1 號 3 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

4/17　43 號複肥 3 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

4/18　羊糞 30 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

5/2　43 號複肥 3 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

中大果期

5/11　即溶 43 號(16-16-16-4)　3 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

5/16　磷鎂鈣肥 4 包 /2.6 分地。5/12 43 號 2 包　/2.6 × 0.1 公頃。

5/31　即溶 43 號(16-16-16-4)　3 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

中大果期至採收

6/5　　磷鎂鈣肥 4 包/2.6 × 0.1 公頃。

6 月中　*高磷鉀肥* 3 包 / 2.6 × 0.1 公頃。

合計 **N-- P_2O_5-- K_2O　705- 272- 364 公斤/公頃。**

結　語

上述施肥原則概述高接梨氮鉀肥每分地參考流程或目前之施肥手冊均可為高接梨氮鉀肥推薦。但事實上並非簡單一或兩種施肥管理模式，就能適用於不同果園之立地土壤環境與氣候，不同農家之水源取得、農機設備與勞力成本的條件。因此，本施肥參考資訊庫，擬逐年搜集整理與重點展示各改良場所歷年肥培試驗與近年來新式肥培管理試驗之成果，包括推行合理化施肥試驗觀摩會講習會手冊講義，並詳列機關單位，執行作者以供農友請益諮詢。**背景資料**宜包括果園地點，單位面積目標產量，栽培方式，水分管理 (有無灌溉) 及有機質肥料施用管理，以提供各種情境(scenarios)，使農友依照不同果園之立地土壤環境，農家所具有資源的條件而參酌應採用。至於年總施肥量或單作施肥量之計算整理與前述土壤管理組圖資訊，乃為土壤肥料工作同仁輔導與推動合理化施肥業務時之運用工具與重要參考。

第二章　寄接梨 (高接梨) 第二部分

北部地區寄接梨土壤性質與施肥推薦參考資訊

桃園農業改良場 莊浚釗

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

梨屬薔薇科溫帶落葉果樹，為台灣重要果樹之一，目前以東方梨為主，至 2014 年面積 5,575 公頃，年產 13.4 萬公噸，依種植地區及生產方式可分為三類，第一類為高需冷性的溫帶梨，主要分布在梨山地區，第二類為低需冷性品系梨種植於低海拔地區，第 3 類高接梨，每年冬季於低海拔栽培橫山梨徒長枝上高接溫帶梨花穗生產，統稱為高接梨。

台灣梨主要種植面積依序為台中市、苗栗縣及新竹縣。其中新竹縣梨專區 198 公頃。主要以高接梨為主，佔梨總種植面積三分之二，以豐水、新興、秋水及蜜雪梨為主。

(二) 氣候與土壤條件

海拔低於 1,000 公尺地區以橫山梨為主，海拔 1,500 - 2,300 公尺，以新世紀、新興及風水等品種為主。梨樹對土壤適應性極廣，無論砂質、壤土或黏土均可栽種，惟以土層深厚、土質疏鬆、有機質含量高、保水及保肥良好的砂質壤土為最佳，其土壤 pH 以 5.5-6.5 為最佳。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 土壤採樣

梨園土壤採樣可於施基肥前或配合植體 (葉片) 採樣時同時實施，約每 2-3 年進行一次，以鋤頭或土鑵分別採取表土層 0-20 cm 及底土層 20-40 cm 之土壤。

以 U 字型均勻分佈於園區方式選擇採樣點 (圖 1)，一果園採樣點至少 10 點以上。採樣位置約在果樹樹冠下 20 cm 寬的圓周範圍內 (圖 2)，勿在樹根基部、堆廄肥或草堆放置所、施肥區域等特殊位置採樣，若因地形坡度較大而土層性質不同，可依等高線劃分採樣單位進行採樣。

採樣點選擇好後，首先將土表作物殘株或雜草等去除，再以鋤頭或土鏟將表土掘成 V 形空穴，深約 40 公分，取出 0-20 公分約 1.5 公分厚，上下齊寬的表土層，再取出 20-40 公分的底土層 (圖 3)，將表、底土樣品分別置於不同塑膠盆或桶中，擣碎土塊，充分攪和均勻，表、底土樣品各取出約 600 克 (1 台斤)，分別裝於新塑膠袋中。袋上必須註明 (奇異筆書寫) 農戶姓名、住址、電話號碼、作物種類、採樣日期及標明表土或底土層及樣品編號 (如註記地號等)，樣品採取後儘速送農業改良場，無法當天送達者，請將土壤樣品置於室內通風處陰乾，不可在太陽底下曝曬或淋到雨水，而後儘速送至農業改良場處理分析。

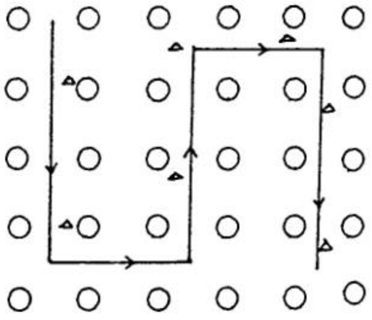


圖1.採樣位置

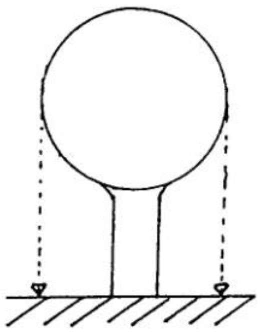


圖2.採樹冠下土壤

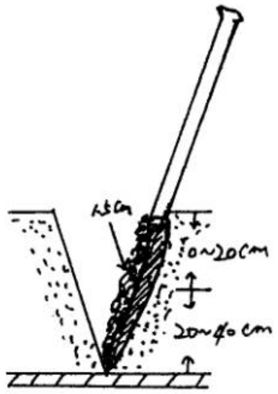


圖3.採樣方法

(二) 葉片採樣

葉片為植物之同化器官，控制植物營養的主要機構，藉由葉片採樣及分析，可瞭解作物中要素濃度變化，並反應植物營養狀況，瞭解作物營養狀況後，再針對需求提供養分，方能達到合理化施肥與提升產量及品質之目的。

梨葉片適宜的採樣時間，平地3-4月、山地4-5月間採短果枝新成熟葉約第三片葉片。

一般0.3-0.5公頃生長均勻的果園為一採樣單位，採樣型式很多，若依U字型採取(圖4)，採樣者循U字型行走果園時，可選定左右兩邊可代表性的果樹各一棵，在其離地 1 - 1.5公尺處採取相隔90°的葉片各兩枚，每一樣品至少應有50-100枚葉片，裝入新塑膠袋中。

採樣時，必須兼顧東西南北四個方位。需注意選定採取葉片之果樹，必須可代表果園者。同一果園內，生長不齊，樹型大小不一，土壤性質不同，均應分別採樣。為免邊際效應影響，邊緣位置的果樹不予採樣。每一樣品所採葉片，必須樹齡相近，品種與砧木相同。此外，所採取之葉片應無機械損傷，若有病蟲害、黃化或生育不正常的葉片，應分別予以採樣。

每一樣品裝入新塑膠袋後，袋上必須註明農戶姓名、住址、電話號碼、果樹種類、採樣日期等。連同土壤 (表、底土) 樣品當天送農業改良場，無法當天送達者，採樣後必須迅速將樣品置放於冰箱中冷藏 (約4℃)，第二天再將樣品送農業改良場處理分析。

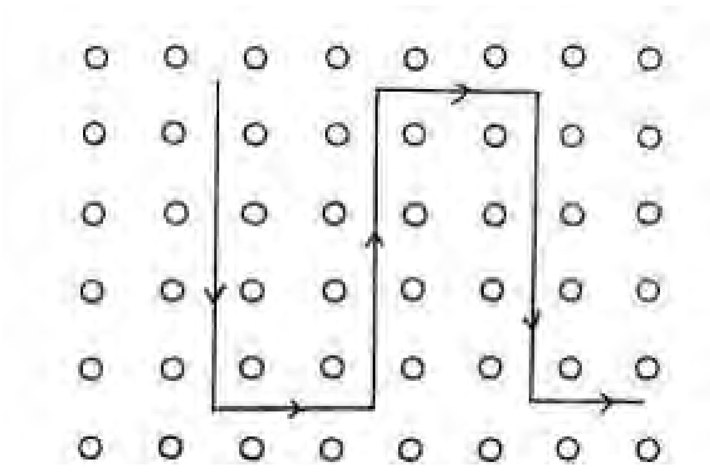


圖 4. 依 U 字型採取樣品

(三) 強酸性土壤改良

梨樹較適宜之土壤酸鹼值範圍為 5.2-6.4。石灰施用可提高土壤酸鹼值，並增加鈣、鎂的含量及磷的有效性，改善梨果樹的生育，石灰資材用量可依據土壤分析結果施用，一般而言，酸鹼值小於 4.6 每公頃施用苦土石灰 1,500-2,000 公斤，4.6-5.0 每公頃施用 1,500 公斤，5.0-5.5 每公頃施用 1,000 公斤，於冬季落葉休眠期間環施於植株外緣(1 公尺)，需注意避免與其他肥料混施且與化學氮肥施用間隔至少半個月至一個月，以免造成氨揮失。

二、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

(一) 目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

依據舊版作物施肥手冊所述，梨樹之三要素推薦量如表 1，施肥時期與分配率如表 2，高接梨樹之三要素推薦量如表 3，施肥時期與分配率如表 4。由於北部地區土壤大多為強酸性紅壤，土壤黏重且有機質含量低，為提高梨樹產量及品質，應特別重視腐熟堆肥的施用。基肥選用含氮 5% 以上之有機質肥料或含有機質的複合肥料，每株用量約 10-20 公斤。如採用含氮 3% 以下之有機質肥料則每株用量約 20-30 公斤，兩者均需於採收後至春芽萌發前，開溝掘穴混合施入 30 公分之根域土層。

基肥施肥應採環狀、放射狀、條溝狀或穴狀深施，尤其磷肥不易移動需深施，上述方法可輪換使用，其餘各施肥期可行撒施以省工資，另為提高撒施肥效以減少損失，幼果期及果實肥大期肥料可分為 2-3 次 (間隔 1-2 週) 撒施，且需配合水分管理。

表 1. 梨樹三要素推薦量(克/株/年)：

樹齡	堆肥用量 (公斤/株/年)	三要素用量(克/株/年)			5 號複合肥料施用量 (公斤/株/年)
		氮	磷酐	氧化鉀	
1-3 年	10	320	160	240	2
4-6 年	20	640	320	480	4
7-9 年	25	1440	720	1080	9
10-12 年	30	2400	1200	1800	15
13-15 年	35	2720	1360	2040	17
16-18 年	50	3040	1520	2280	19
19 年以上	60	3360	1680	2520	21

註：(1) 堆肥可選數種分年輪流使用較佳。
(2) 上述化學肥料可選擇適當之複合肥料或單質肥料；果實肥大期宜增施鉀肥，氮肥宜減施或免施，採收後宜追施氮肥。
(3) 萌芽前 30 天宜增施氮肥，以利芽生長所需之養分。

表 2. 梨樹施肥時期與分配率(%)

肥料別	基肥 (冬季落葉休眠)	萌芽前 (3月上旬)	幼果期 (4月下旬-6月)	果實肥大期 (7月-8月)	禮肥 (採收後)
氮肥	-	10	60	20	10
磷肥	80	-	20	-	-
鉀肥	40	-	-	60	-
堆肥	100	-	-	-	-

註：(1) 施肥時期視各地生育情形及品種酌予提前或延後。
(2) 若施用堆肥，須注意其三要素成分量及各要素不同時期之釋出量，酌予搭配化學肥料之施用。

表 3.高接梨樹三要素推薦量(克/株/年)

樹　齡	氮　素	磷　酐	氧化鉀
3-5 年	700	350	525
6-9 年	900	450	675
10-15 年	1000	500	750
16 年以上	1200	600	900

表 4. 高接梨樹施肥時期與分配率(%)

肥料別	開花期	幼果期	果實肥大期	大果至採收期
氮肥	20	30	40	10
磷肥	50	-	-	50
鉀肥	10	10	40	40

(二) 次量及微量要素之施用

依據土壤與葉片營養診斷結果，決定是否需要矯正。

1. 鎂之施用：酸性土壤發生缺鎂時，除施白雲石粉外，若徵狀嚴重，則於春夏季每株施用氧化鎂 150-200 克，或硫酸鎂一公斤，亦可以 20 - 30 g/L 硫酸鎂或硝酸鎂液噴施於葉面，以液滴不滴下為度，每年噴五次。中性或鹼性土壤缺鎂，則施用硫酸鎂或採葉面噴施。
2. 硼之施用：發生缺硼時，10 年生梨園質地為黏質土壤者，每株於地面撒施 50 克的硼酸，如不再出現徵狀，四年內不可再施。或於 4-6 月噴施 3.0 g/L 硼酸液二次亦可，但不可連年噴施。
3. 鋅錳之施用：如在葉上發生缺鋅或錳的現象，可用 30-50 g/L 硫酸鋅或硫酸錳 (加等量氧化鈣製成乳劑) 作葉面噴施，每隔 7-10 天連續 3-4 次。

三、寄接梨參考實例或範例

合理化施肥示範成果

桃園農業改良場民國 98 - 99 年於新竹縣新埔鎮果樹產銷班第 22 班溫兆義農友及民國 100 - 101 年於陳金榮班長處設置高接梨合理化施肥示範點，示範區以作物施肥手冊推薦量及配合土壤肥力分析結果進行施肥，對照區則以農民慣行法施肥，並召開講習會及田間示範成果觀摩會 (圖 5、6)，藉以教導農民正確的施肥方法。

(一) 土壤分析診斷與施肥管理之推薦

1. 酸鹼度(pH)

民國 98 - 99 年溫兆義農友示範點果園，土壤酸鹼度 (pH) 介於 3.9- 4.9 之間，屬強酸性土壤，其鋁、錳活性偏高，易使作物的根系生長受阻及限制其他養分吸收，使肥效不彰。因此，推薦每公頃施用石灰 2,000 - 3,000 公斤，以中和土壤酸度。民國 100 年陳金榮農友示範點果園土壤酸鹼度介於 3.4 - 4.6 之間，推薦施用石灰資材提高土壤酸鹼度，示範區表、底土由 3.7 及 3.4，至民國 101 年已分別提高至 6.3 及 5.9 (表 5)。

2. 有機質含量

民國 98 - 101 年 2 處示範點果園有機質含量介於 14 - 59 g/kg (表 5)，表土有機質含量均較底土高，但有機質含量低於參考值 30 g/kg，建議施用有機質肥料並配合果園草生栽培，以提高土壤有機質含量。

3. 大量元素

民國 98 - 99 年溫農友示範點果園土壤 Bray-1 磷介於 155- 300mg/kg，高於參考值，民國 100 - 101 年陳農友示範點果園土壤 Bray-1 磷介於 52- 85 mg/kg，也高於參考值。民國 98 - 101 年 2 處示範點果園交換性鉀介於 57- 179mg/kg，高於參考值 30-100 mg/kg。民國 98 - 99 年溫農友示範點果園交換性鈣介於 206- 1,025 mg/kg，民國 100 - 101 年陳農友示範點果園交換性鈣介於 492- 2,072mg/kg，兩區示範點高標均高於參考值 570- 1,140mg/kg。民國 98 - 99 年溫農友示範點果園交換性鎂介於 21- 232 mg/kg，民國 100 - 101 年陳農友示範點果園交換性鎂介於 97- 264 mg/kg，亦高於參考值 48- 97 mg/kg，應停止或減少鎂肥施用 (表 5)。

表 5. 土壤肥力分析

年度	田區	土層	pH (1:1)	電導度 (1:5) (dS/m)	有機質 (g/kg)	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
						----------------------mg/kg-------------------			
98	示範區	表土	4.2	0.13	30	241	113	542	75
	示範區	底土	4.0	0.15	14	185	71	206	21
	對照區	表土	4.0	0.23	33	300	135	669	95
	對照區	底土	3.9	0.15	22	268	71	295	45
99	示範區	表土	4.9	0.11	51	159	147	1,025	232
	示範區	底土	4.2	0.08	28	155	90	466	132
	對照區	表土	4.5	0.47	59	190	179	955	218
	對照區	底土	4.0	0.09	38	193	139	433	125
100	示範區	表土	3.7	0.39	57	85	164	1,052	177
	示範區	底土	3.4	0.37	43	63	115	505	127
	對照區	表土	4.6	0.24	50	63	133	551	207
	對照區	底土	4.3	0.17	32	53	78	545	206
101	示範區	表土	6.3	0.20	34	52	83	2,072	147
	示範區	底土	5.9	0.27	30	59	57	1,391	97
	對照區	表土	5.9	0.08	30	70	102	893	264
	對照區	底土	5.4	0.06	22	79	67	492	153
參考值			5.5-6.8	<0.6	>30	11-51	30-100	570-1,140	48-97

(二) 肥料用量及成本比較

梨樹的肥培管理應配合生育時期施肥，採少量多次施肥為宜。高接梨施肥時期及分配率如表 6，一般梨樹在採收後到嫁接期前應施用基肥，並進行土壤改良，在果實發育時期施用追肥，追肥約分為 2 - 3 次施用，採收後依樹勢強弱施用禮肥一次，追肥應於雨後土壤潮濕狀態下施用，並以雜草覆蓋，或配合淺耕以提高肥效。

表 6. 施肥時期及分配率 (%)

肥料別	基肥 嫁接前 1- 2 個月	追肥		
		幼果期 (1- 2 次)	果實肥大期	禮肥
堆 肥	100	-	-	-
氮 肥	40	30	20	10
磷 肥	100	-	-	-
鉀 肥	40	10	40	10

民國 98-101 年合理化施肥肥料減量情形如表 7。民國 98 年示範區每公頃三要素肥料量比對照區減少 113 公斤(12.7%)，節省肥料成本 3,436 元。民國 99 年示範區每公頃三要素肥料量比對照區減少 130 公斤(26.0%)，節省肥料成本 2,838 元。100 年示範區每公頃三要素肥料量比對照區減少 606 公斤(33.2%)，節省肥料成本 13,406 元。民國 101 年示範區每公頃三要素肥料量較對照區減少 811 公斤(61.5%)，節省肥料成本 24,820 元。98-101 年示範區每公頃三要素肥料量平均比對照區減少 417 公斤(33.4%)，節省肥料成本 11,125 元。

表 7. 肥料施用量及成本比較

年度	田區	氮	磷酐	氧化鉀	肥料用量	節省 肥料	肥料成本 (元/公頃)
		-----------------公斤/公頃-------------------					
98	示範區	329	205	245	779	0	0
	對照區	366	243	283	892	+113	+3,436
99	示範區	143	102	125	370	0	0
	對照區	188	143	169	500	+130	+2,838
100	示範區	545	308	368	1,221	0	0
	對照區	777	480	570	1,827	+606	+13,406
101	示範區	270	108	129	507	0	0
	對照區	700	280	338	1,318	+811	+24,820

(三) 產量及品質比較

民國 98~101 年合理化施肥示範區與對照區**產量比較**如表 8。民國 98 年示範區每公頃產量比對照區增加 1,440 公斤 (10%)，民國 99 年示範區比對照區增加 1,200 公斤(10%)，民國 100 年示範區比對照區增加 500 公斤 (4.5%)，民國 101 年示範區較對照

區增加 300 公斤(1.7%)。

民國 98 - 101 年合理化施肥示範區與對照區**果實品質比較** (表 8 及圖 7、8)。民國 98 年示範區與對照區果重介於 330 - 335 公克，果高介於 74 - 76 公厘，果寬則為 85 公厘，糖度介於 10.1-10.9 °Brix；民國 99 年果重介於 343 - 345 公克，果高及果寬分別介於 79~80 公厘及 80~86 公厘，糖度介於 11.7- 12.6 °Brix；民國 100 年果重介於 434 - 439 公克，果高及果寬分別介於 77- 78 公厘及 93 - 98 公厘，糖度均為 9.9 °Brix；民國 101 年果重介於 537- 547 公克，果高及果寬分別介於 90 - 91 公厘及 99 - 100 公厘，糖度介於 10.7 - 11.0 °Brix。結果顯示，示範區均未因減少肥料施用，而影響果實品質。

表 8. 產量及品質比較

年度	田區	果重 (公克)	果高 (公厘)	果寬 (公厘)	糖度 (°Brix)	產量 (公斤/公頃)	產量 (公斤/公頃)
98	示範區	335	76	85	10.9	15,840	+1,440
	對照區	330	74	85	10.1	14,400	0
99	示範區	343	79	86	11.7	13,200	+1,200
	對照區	345	80	80	12.6	12,000	0
100	示範區	439	77	98	9.9	11,500	+500
	對照區	434	78	93	9.9	11,000	0
101	示範區	547	90	100	10.7	17,700	+300
	對照區	537	91	99	11.0	17,400	0

圖 5. 新埔鎮高接梨合理化施肥講習會

圖 6.新埔鎮高接梨田間示範成果觀摩會

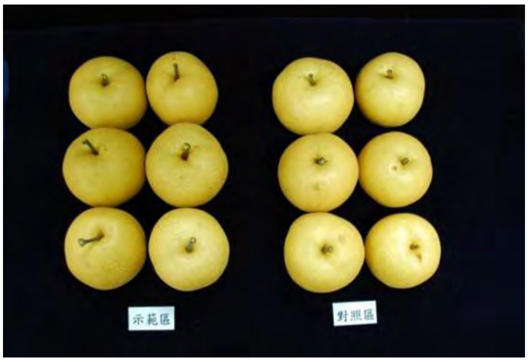


圖 7. 民國 98- 99 年示範區與對照區果實比較(豐水)

圖 8. 民國 100 - 101 年示範區與對照區果實比較(秋水)

第三章　鳳梨第一部分

鳳梨土壤管理與施肥推薦參考資訊

黃維廷[1]　陳柱中[1]　官青杉[2]　郭鴻裕[1]
[1]農業試驗所農業化學組
[2]農業試驗所嘉義分所園藝系

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

鳳梨為多年生草本植物，原產地南美洲，為熱帶水果不耐過低的溫度，因此，鳳梨不宜栽培於晚秋及早春有霜害地區。國內產區以中、南部為宜，北部除非有防寒措施，否則不建議種植。全球鳳梨生長在北緯 31 度至南緯 34 度較濕潤的地方，廣泛栽培於熱帶、亞熱帶溫暖無霜害、氣溫變化小、雨量分佈均勻，與日照充足之地區。鳳梨耐旱性強，對水源需求不嚴苛，但太長時間的乾旱也會影響生長與發育，鳳梨相當耐旱，有研究提出可以生長在年降雨量 600 mm 至 4,100 mm 的環境下，一般認為適宜生長範圍是 600 mm 至 2,540 mm 之間，但是最理想的年降雨量環境是 1,000 mm 至 1,500 mm 之間。

(二) 土壤條件

鳳梨可以生長在任何類型的土壤，但是以酸性砂質壤土較為適合。因鳳梨耐旱，可在淺層或石礫質土壤生長。根系屬於淺根性而且稀疏，在深層土壤根系可以深入至一公尺，但是一般鳳梨的根是集中在 30 公分至 60 公分左右，100%的水分是由此一部位根吸收。

土壤通氣及排水需良好，可生長於土壤酸鹼度值 3.5 至 8.0 之範圍，**以 pH 4.5 至 6.5 為適宜生長範圍**，但 pH 4.5 至 5.5 時，土生病菌較少，所以土壤中石灰含量應當較低。鳳梨與茶均為嗜酸性土壤作物，避免 pH≧7.0。低窪、排水不良之處、土壤含錳或石灰量過多及土壤呈中性或鹼性反應者，均不適於種植鳳梨。

(三) 栽植密度與目標或預期產量

台灣農友一般栽植密度每分地 0.1 公頃約 3,200 至 4,200 株，目標或預期產量大約 5 至 6.5 公噸。不同栽植密度與台農 17 號鳳梨果實產量如表 1 所示。

表 1. 不同栽植密度與台農 17 號鳳梨果實產量 (官青杉)

株數/公頃	株數/0.1 公頃	每公頃產量 (t /ha)	每 0.1 公頃產量 (t /0.1 ha)
46,000	4,600	65	6.5
42,000	4,200	59	5.9
38,000	3,800	54	5.4
34,000	3,400	50	5.0

(四) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

根據民國 101 年至 102 年農業統計年報記載，台灣種植面積 101 年為 8,192 公頃，102 年擴增至 9,797 公頃，年產量由 101 年 392,211 公噸增加至 102 年 413,000 公噸。

栽培品種隨產業利用不同而改變，民國 80 年代以前因應罐頭加工之需求，95%以上栽培開英種，近 20 年來因應國內外鮮食市場之需求，以台農 17 號金鑽鳳梨為主要栽培品種，約佔總栽培面積 85%以上。近年來由於鳳梨酥成為熱門食品與伴手禮，使得鳳梨酥內餡需求逐年增加。

產地分佈自台中、彰化以南至台東、屏東，鳳梨分佈之圖資顯示屏東縣產地面積居冠，佔總面積 27.4%；嘉義縣居次，佔總面積 14.7%；台南市居第三位，佔總面積 13.9%；高雄市居第四位，佔總面積 13.6%；南投縣居第五位，佔總面積 12.7%，其餘佔 15%。

二、土壤分析與葉片分析營養診斷

(一) 土壤與葉片各種養分之生育功能與養分缺乏與過剩之營養障礙

1. 巨量要素

氮、磷、鉀為植物體中最主要的無機要素。氮為影響作物生長之最重要之無機營養元素，構成蛋白質、胺基酸、核酸、葉綠素等化合物。磷與能量代謝有關，是核酸、核苷酸之組成分。鉀之重要功能有維持細胞膨壓、促進酵素活化、促進光合產物之傳輸、促進果糖、蔗糖、蛋白質與脂肪之合成等。

氮磷鉀對鳳梨產量及品質之影響與養分管理

氮與鉀肥對產量及品質影響最大，此二要素的需要量高。氮與鉀兩者之平衡比率施肥對產量及品質影響最大。磷肥則影響鳳梨之開花、塊莖芽發生、根的伸長，一般而言，磷的需要量不需特別強調，一般情況下磷的需求量皆足夠。成樹果園正常施肥時，甚少發生磷缺乏。

(1) 巴西聖保羅 (Spironello et al., 2004)

試驗地點為巴西聖保羅，選擇於肥力低的淋餘土 (Alfisol) 進行試驗，土壤 pH 4.1，土壤有機質 17 g/kg ，土壤交換性鉀 59 mg/kg ，土壤交換性鈣 280 mg/kg ，土壤交換性鎂 73 mg/kg ，土壤交換樹脂磷 (resin – P) 7.5 mg/kg 。試驗品種為開英種 ， 栽植密度為每公頃 45,000 株鳳梨 。 進行氮、磷、鉀三要素之各四個施用等級之肥料試驗 。 肥料分施四次施用， 施用時間為種植後 1、6、8、10 個月，分配率為分配 11%、 17%、 29% 及 43%。

結果顯示，磷肥對產量及品質沒有明顯影響。最高產量為 72 噸/公頃，其施肥量為氮 498 公斤/公頃、氧化鉀 394 公斤/公頃。 D 葉之養分濃度為葉片氮 15-17 g/kg，葉片鉀 22-30 g/kg ，而生產最高比率大果粒 (重 2.6 公斤) 之處理，施肥量為氮 550 公斤/公頃，氧化鉀 560 公斤/公頃。氮肥與鉀肥對果實品質亦有影響，增施氮肥會使果實之糖度與酸度下降，增施鉀肥能增加提高糖度、酸度與維生素 C 含量。

(2) 高雄區農業改良場 (林永鴻)

台農 1 號鳳梨果心斷裂，以施肥技術可顯著提高果實品質。台農 1 號鳳梨在低氮及高鉀肥情況下果心斷裂比例低 (圖 1 左) 。台農 1 號鳳梨在高氮及低鉀肥情況下，葉片有缺鉀情形，並且果心斷裂比例較高 (圖 1 右) 。

■低氮、高鉀肥　　■高氮、低鉀肥

圖 1. 不同氮鉀比例對於鳳梨品質之影響

2. 鳳梨之次量要素與微量要素之土壤管理

(1) 土壤 pH 值與鈣鎂

鳳梨與茶均為嗜酸性土壤作物，避免 pH ≧7.0，土壤檢測值於酸性紅土 (pH 3.5-4.5)，土壤交換性鈣大約 300 至 600 mg / kg，一般土壤 pH 6.5-7.0，土壤交換性鈣約 1,400 至 3,000 mg / kg，至於土壤鈣交換性超過 1,400 mg / kg 則會傷害茶根，但是土壤交換性鈣 2,500 mg / kg 以上才會影響鳳梨根系，土壤交換性鈣未超過 2,500 mg / kg 尚未傷害根或影響根伸展。鳳梨生育與果實對鈣之需求，催花使用之電石水即可補充足夠。

土壤 pH 與改良策略如下：

A. pH ＜4.0，種植前整地基肥施肥考慮施用石灰資材。

B. pH 4.5-5.0，無需施用石灰改良，甚適合鳳梨之種植栽培。

C. pH 6.5-7.0，為中鹼性，其土壤交換性鈣未超過 2,500 mg / kg 則尚未傷害根或影響根伸展。

鎂可能有助於鳳梨果品之甜度與減少澀味增進肥甘，潛在缺鎂並未影響產量或品質 (可能有澀感)，如欲施用硫酸鎂提升鮮食果品，應考量大面積之成本（包含資材與操作勞力成本） 與經濟效益。除非經過試驗評估與改良施用方法，目前並不推荐鎂肥之補充。

(2) 其他微量要素

微量要素錳 **(Mn)** 與影響茶葉澀味之丹寧含量的分解有關，但是鳳梨對於錳並不敏感，不需額外補充。鳳梨一般種植於酸性紅土，**土壤鐵 (Fe) 與鋅 (Zn)** 有效含量均高，除非葉片分析結果顯示缺乏 (鐵缺乏時新葉黃白化，僅少數鹼性高地區可見)，否則無需額外補充。鳳梨對於酸性紅土之高量水溶性鋁錳的忍受度甚高。

微量要素**硼 (B)** 對於鳳梨果實生育極為重要，葉片硼含量若偏低，缺硼則易引起果實中心（內部中柱）部位褐變與畸形 (圖 2)。應於電石或益收催花時補充硼，可使用之兩種方法如下：

A. 土壤澆灌

每年每分地 3-5 公斤硼砂或硼酸分次（每次 500 公克至 1000 公克）溶解於 5,000 公升水，澆灌鳳梨基幹部或塑膠布的孔洞。

B. 葉面施肥

水硼 2,000 倍或硼砂與硼酸 1,000 倍，葉面噴施 5-7 天一次，約 3-5 次。

圖 2. 鳳梨缺硼

二、鳳梨之葉片與土壤採樣方法

1. 葉片採樣方法：

催花前三及一個月 (進入生殖期前之營養生長成熟期)，採樣部位為植株最長或最高，且完全成熟之葉 (又稱 D 葉)。每園 15 葉以上，基部重疊對齊後切除葉片上部，<u>**A. 留存 15 公分黃白色基部供植體分析。**</u>

B. 因底部 15 公分黃白色部分很容易破裂或殘留土表下以致不完整，而有採取操作的困難，<u>**故額外截取 15 公分以上至 40 公分左右之上部葉片供分析 (圖 3)**</u>。

圖 3. 採樣部位為植株最長或最高，且完成全成熟之 D 葉 (左圖)。留存 15 公分黃白色基部 (右圖下)，額外擷取 15 公分以上至 40 公分左右之上部葉片。 (右圖上)

2. 土壤採樣方法：

(1) 土壤採樣部位與深度兩行一畦中間 (圖 4)，分層 0-15 公分，15-30 公分採土。

(2) 先將土表雜草拔除，然後以土鑽、鋤頭或圓鍬等工具依 0-15 公分，15-30 公分兩個深度分別採土，分盛於兩個容器 (水桶或臉盆) 內。

(3) 全園視面積大小分散採取 8-12 處，都按採樣深度分別裝入這兩個容器內，再分別混合而成兩個樣品。

(4) 每一樣品混合均勻後約留取 600 公克，分別裝入標有深度、姓名、及品種的塑膠袋內。送交農試所或各區域改良場。

圖 4. 鳳梨之採樣位置為兩行一畦中間

三、土壤分析與葉片養分適宜參考範圍

1. 土壤分析標準

目前使用之土壤分析標準如表1所示。表中之參考值為由一般果樹參考值，修改如下整理而得之。

(1) 一般果樹<u>**參考值pH 4.5-6.5下修為4.0-6.0**</u>。

(2) <u>**有機質20 g/kg以上下修為10 g/kg以上（不影響生育產量）**。</u>

(3) <u>**交換性鈣1000 mg/kg以上，下修500 mg/kg以上，範圍為500-1000 mg/kg**。</u>

(4) <u>**交換性鎂200 mg/kg以上，下修50 mg/kg以上，範圍為50-100 mg/kg**。</u>

表 2. 目前使用之土壤分析適宜參考範圍暫定 (農試所 黃維廷)

土壤肥力檢測	pH (1:1)	有機質 g/kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	交換性鈉
			-------------------------mg/kg-------------------------				
參考值	**4.0-6.0**	**≧10**	**≧50**	**≧150**	**500-1000**	**50-100**	**＜100**

重金屬檢查	銅	鋅	鎘	鉻	鎳	鉛
	---------------------------------mg/kg ---------------------------------					
參考值	**<20**	**<25**	**<0.4**	**<10**	**<10**	**<15**

註：0.1N 鹽酸抽出液萃取。

2. 葉片分析標準

目前使用之葉片分析標準如表3所示。表中之參考值係為國外之文獻與田間之資料收集，修改與整理而得之。

表 3. 目前使用之葉片分析適宜參考範圍暫定 (農試所 黃維廷)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	-------------------------g/kg------------------------				
參考值	14-19	1.6-2.0	18-25 或 34-40	≧2.7	≧2

葉片分析	鐵	錳	銅	鋅	硼
	----------------mg/kg----------------				
參考值	80-150	150-400	10-50	15-70	14

註：鉀參考值可能因不同鳳梨品種與採葉部位而採不同範圍適宜值。

表 4. 國外文獻之葉片養分適宜參考範圍

品種及部位	生長階段	乾基濃度(g/kg)					出處
		氮	磷	鉀	鎂	鈣	
開英種；最新成熟葉、黃白色基部	-	16-19	1.6-2.0	18-25	-	-	Samuels & Gandia-Diaz, 1960
ditto	9 個月大	-	-	-	2.0	-	Hernandez-Medina, 1969
ditto	生長旺盛期(夏)	14	1.8-2.0	34	2.8	-	**Su, 1969**
紅西班牙;最新成熟葉，白色基部	22 個月大	-	-	-	2.5	0.27	Cibes & Samuels, 1958
開英種; D 葉-植株最老葉, 留存 15 公分黃白色基部	催花前 1、3、6 個月		1.8-2.2	3.2-3.8	0.23-.27	0.13-0.18	D.J.Reuter, 1997
D 葉從底下算起 20 公分長	開花前	15-17		22-30			Lacoeuilhe, 1984

表 4. 國外文獻之葉片養分適宜參考範圍 (續)

品種及部位	生長階段	乾基濃度 (mg/kg)					出處
		鐵	硼	錳	鋅	銅	
開英種; D 葉-植株最老葉, 留存 15 公分黃白色基部	催花前 1、3、6 個月	80-150		150-400	15-70	10-50	D.J.Reuter, 1997
開英種；最新成熟葉、黃白色基部			-	16-44	-		Lyman & Dean, 1942
紅西班牙;最新成熟葉，黃白色基部	22 個月大		14	14	-	-	Cibes & Samuels, 1958
ditto	ditto		-	-	-	9-12	Steyn, 1961

四、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

(依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦)

(一) 鳳梨基礎施肥推薦資訊 (目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦)

以下之施肥推薦，係針對**收量 3,500-4,000 株 × 3 台斤/株 = 6,300-7,200 公斤/ 0.1 公頃 (分地)**。

1. 基肥至催花前一般肥培管理

(1) 種植基肥：整地作畦條施，或曳引機整地作畦則全面撒施。

A. 每 0.1 公頃 4 號複肥（11-5.5-22）約 4 包 160 公斤。另外加施，氮不高大約 2 %，但含纖維質，木質素及有機碳較高，即 C/N 較高之有機質肥料，例如含有機質之複合肥或蔗渣類有機肥料 20 包左右，大約 500 公斤。

或每 0.1 公頃類似 4 號含有機質之複合肥料（11-5.5-22）六包 240 公斤

B. 過磷酸鈣均 0.5-1 包。

(2) 生育期追肥-

A. 種植 2-3 個月後，生育期自然降雨前後或灌溉後

每 0.1 公頃 1 號複肥（20-5-10）二包 80 公斤

全面撒施或翻開塑膠布側邊施（視生長狀況決定追肥補充次數）

B. 營養生長熟株後至催花前肥培管理

(A)限制水分與氮肥---催花前後至複花始花前

(B)加強鉀肥：硫酸鉀 20-30 公斤／0.1 公頃 (施肥前後稍為給水)

2. 催花後生殖生長

(1) 電石或益收催花時補充硼，兩種方法：

土壤澆灌----每年每 0.1 公頃 3-5 公斤硼砂或硼酸分次 （每次 1 公斤至 1.5 公斤）溶解於 5,000 公升水，澆灌鳳梨基幹部或塑膠布的孔洞。約 3-5 次。

葉面施肥---水硼 2,000 倍或硼砂與硼酸 1,000 倍，葉面噴施 5-7 天一次，約 3-5 次。

(2) 複花完花結小果前，

每 0.1 公頃 4 號複肥（11-5.5-22）二包 80 公斤。

全面撒施或翻開塑膠布側邊施。

(3) 完花結小果後約一個月，

硫酸鉀 20 公斤/分地 (0.1 公頃) 。 (施肥前後稍為給水)

4 號複肥（11-5.5-22）40 公斤---視果實大小而決定是否施肥，可能省略不施 4 號複肥。

3. 總計施肥量

三要素氮-磷酐-氧化鉀

每公頃 510-650—220-350—900-1,100 **公斤**

4. 其餘說明

施肥調查結果，農友普遍習慣重施氮肥，而不重視鉀肥對提高品質之作用。**氮肥施用量各時期宜可酌量減施，鉀肥宜加強施用以提高品質。**

土壤有效性磷及鉀等級和施肥量

土壤 Bray-1 磷及土壤交換性鉀含量如果分別低於 50 mg/kg 和 150 mg/kg，施肥量必須於**整地施基肥時**額外補充每 0.1 公頃過磷酸鈣，氯化鉀各 40 公斤。

(二) 土壤與水分管理

基礎施肥推薦量與**土壤管理**需要依據各產地位置之***水分管理***與土壤性質 (**土壤管理組圖資訊)** 而調整(基礎施肥推薦量為舊版手冊或一般試驗場所的推薦施肥量)

1. 土壤水分管理

大致可分**無灌溉、有灌溉半乾溼與有灌溉表土恆溼**三種水分管理，前兩者為一般農友採行。

無灌溉管理係看天下雨給水，生育時期 5-8 公分表土層水分經常僅約大雨後飽和含水量之 30-50% (大約 10-17%之土壤水/濕土比) 或以下，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土乾至剩 4-5 分濕程度以下。**因土壤長期相當乾，為確保收量，肥料用量甚高，且需掘穴溝覆土，但施肥頻率少，追肥常利用雨後實施。施肥量調整為基礎推薦量 1.2-1.5 倍。

有灌溉半乾溼管理則於旱季、施肥前後與重要生育時期有相當程度之淹灌或噴灌補充水分，生育時期 5-8 公分表土層土壤水分經常約大雨後飽和含水量之 50-60% (大約 17-22%之土壤水/濕土比 〉，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分溼，日晒與吸排水土壤約 5-7 分濕程度。**因肥效已較**無灌溉**提高，肥料用量可酌減及省工撒施實施追肥。施肥量大致為基礎推薦量。

有灌溉表土恆溼管理係落實肥水精緻利用調控之管理，裝設簡易噴灌管路設備乃果園經濟生產提與高肥與水效率必要之投資與硬體。**恆溼**管理必須嚴格維持**整個生育時期**表土 5-8 公分土層水分於大雨後飽和含水量之 80-90%以上 (大約 22-30%之土壤水/濕土比)，**定性地描述以將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土壤仍有 8-9 分濕程度以上。**所以施肥頻率較高且肥料可撒施省工，於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足果樹生育需求。施肥量大致為基礎推薦量之 1/2-3/4 倍。但是**有灌溉表土恆溼之管理通常僅運用於一般果作，事實上於鳳梨田幾乎不可行。**

補充鳳梨之土壤水分管理注意事項

鳳梨是耐旱作物，但營養生長期缺水時，延緩成長、開花及結果，會影響果實的大小及品質。生長期應當充分滿足鳳梨水分的需求。

(1) 營養生長熟株後至催花前水分與肥培管理，宜限制水分與氮肥，但加強鉀肥：硫酸鉀 20-30 公斤／0.1 公頃（分地）（施肥前後稍為給水）

(2) <u>開花期的缺水影響並不嚴重，反而有加速結果及成熟整齊的效果</u>。開花期供給大量水分會促成莖部快速生長並且造成果心太大的問題。

(3) 果實發育期應充分滿足鳳梨水分的需求，灌溉方法一般噴灌為多，促進果實肥大。

(4) 收穫期經常的灌水或是降雨會造成果實品質的低劣，特別是影響糖酸比，過度的灌溉會降低糖度並且讓真菌生長而產生心腐病。

2. 土壤管理組圖

土壤管理組是參考土壤類別、剖面質地、土層厚度與排水情形等，利用與作物生產管理有關的因子，將土壤共同特性相近似或利用管理方法類似之土壤，歸併成為管理組圖。提供作物栽植管理之基礎資訊，包括：

(1) 顯示果園田區位置之地形（低地平原，台地丘陵或高地等）及排水狀況（排水完全或不完全，排水良好與否等），可供灌排管理及施肥量調整參考。

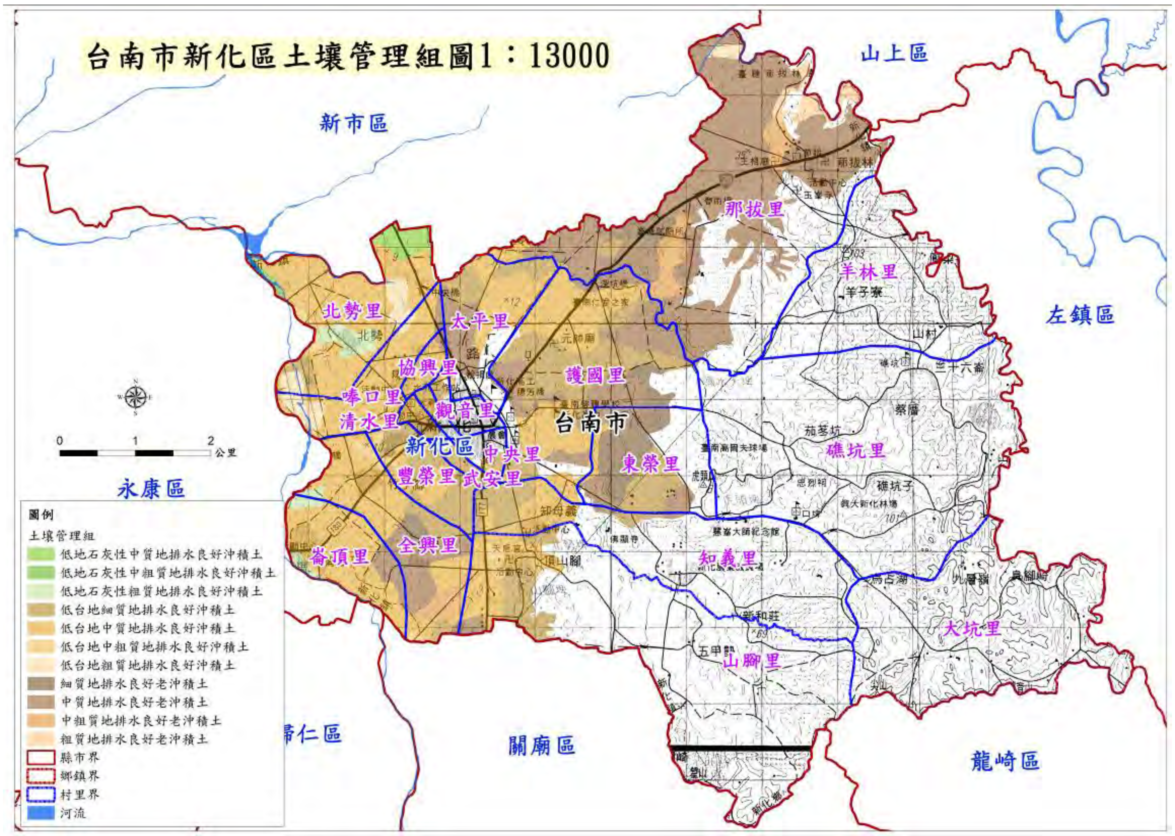
(2) **土壤質地管理與基礎施肥量調整**，粗質地保水保肥力比較中細質地土壤差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失。

A. 粗質地砂質壤土或石礫地果園總施肥量調整為基礎推薦量 1.2-1.3 倍。

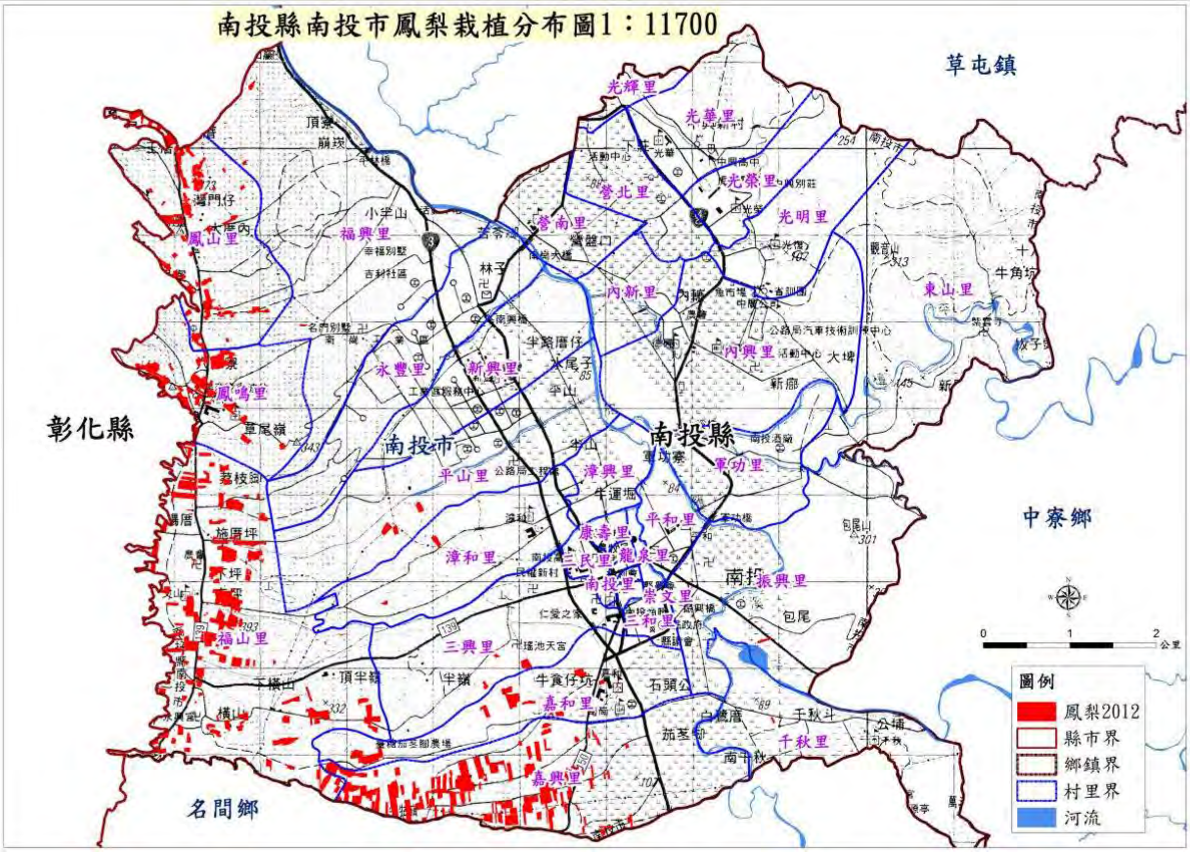
B. 中細質地壤土施肥量大致為基礎推薦量。

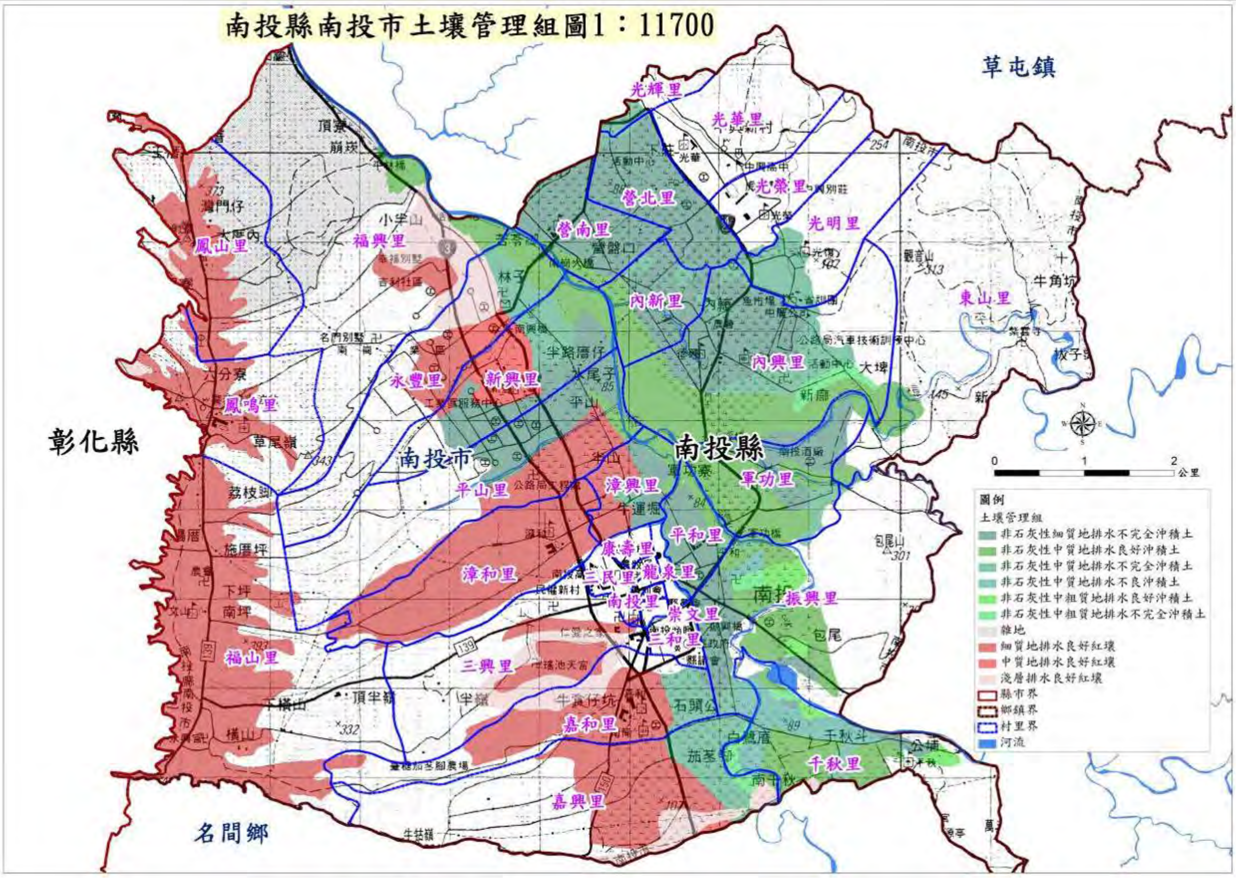
C. 細質地黏質土與黏質壤土果園酌減基礎推薦量的 20-30%，調整為基礎推薦量 0.7-0.8 倍。

另外，質地的管理除了要留意表土之性質外，更要看剖面是否有質地差異大之土層不連續情形。

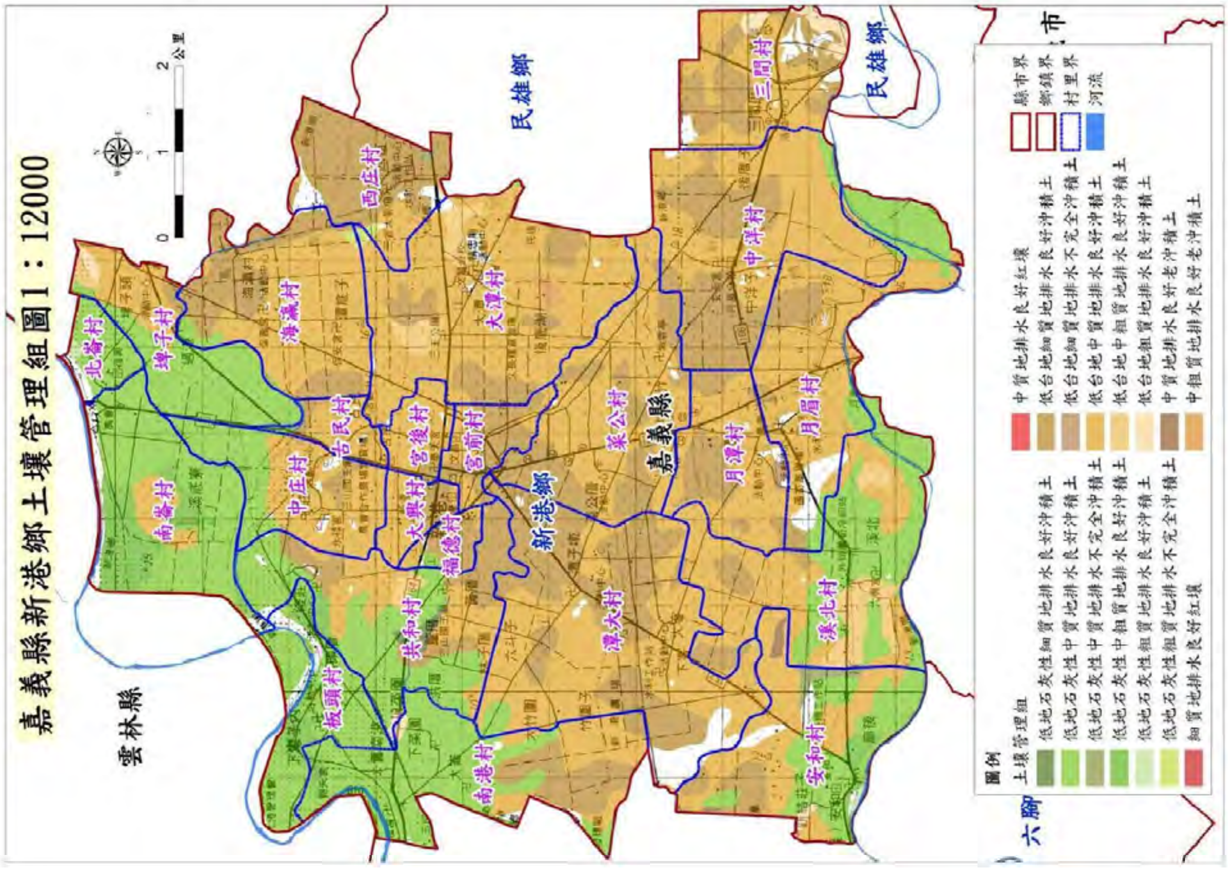


農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

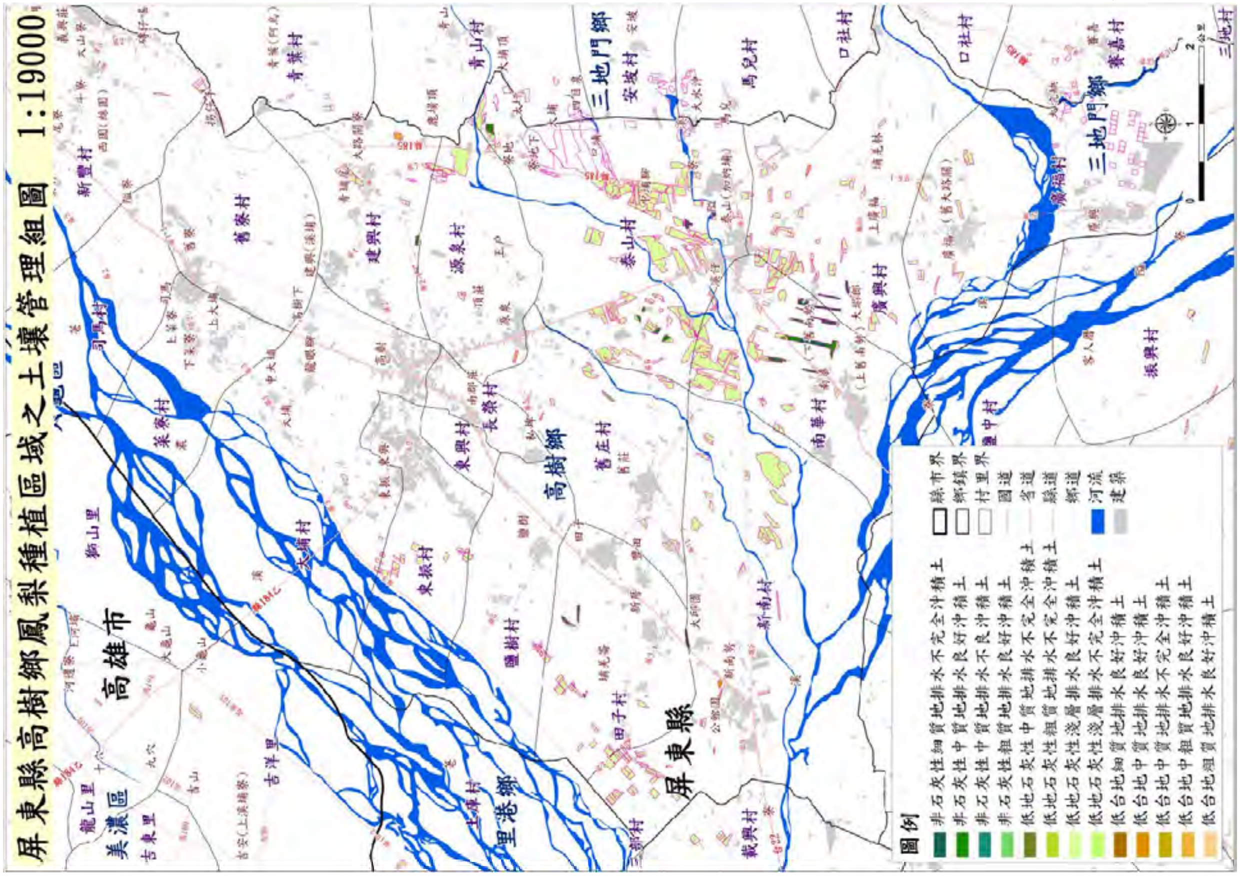




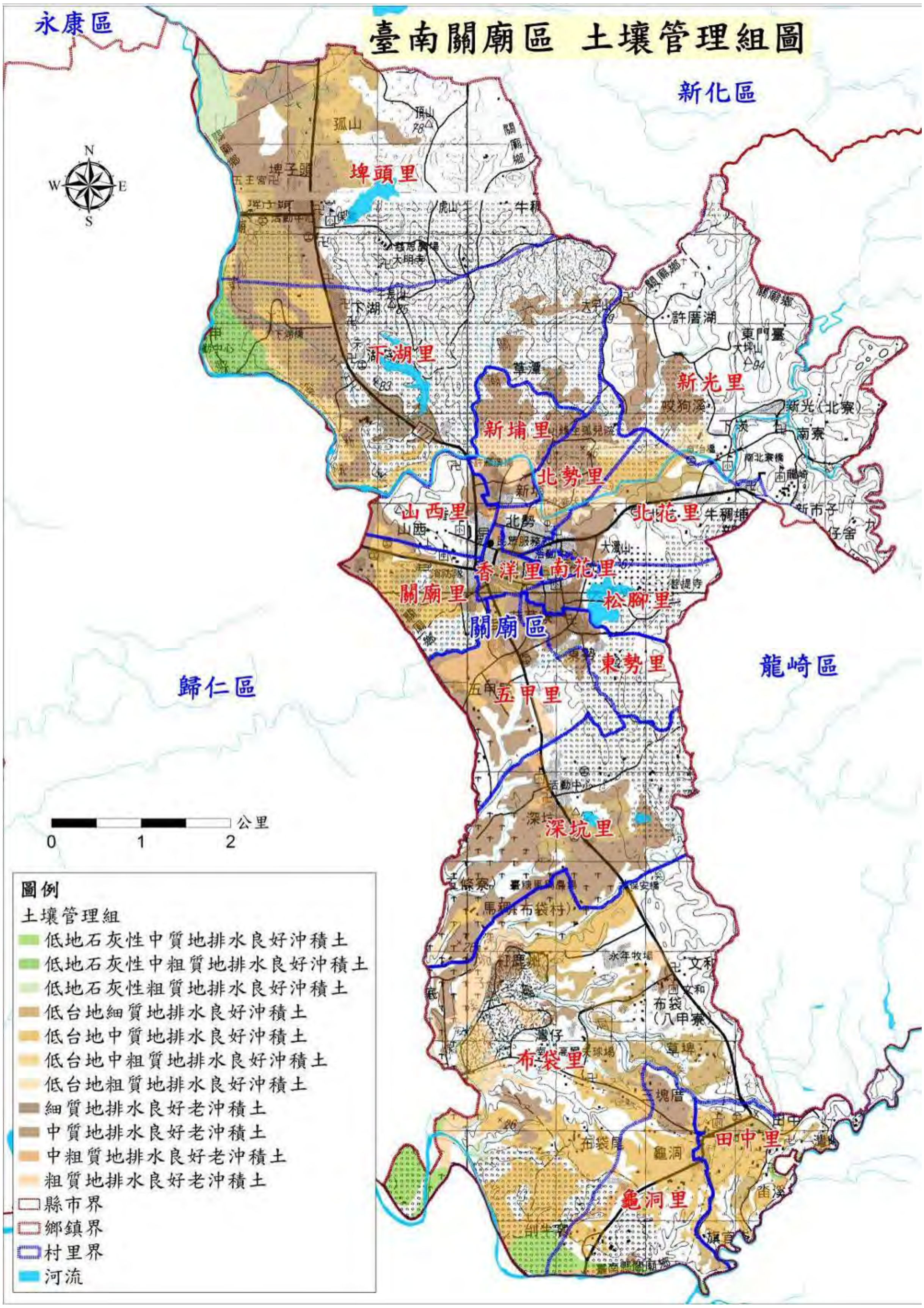
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

3. 土壤酸鹼值 pH 土壤管理組圖

顯示果園田區位置之鳳梨土壤 pH 與土壤改良策略。

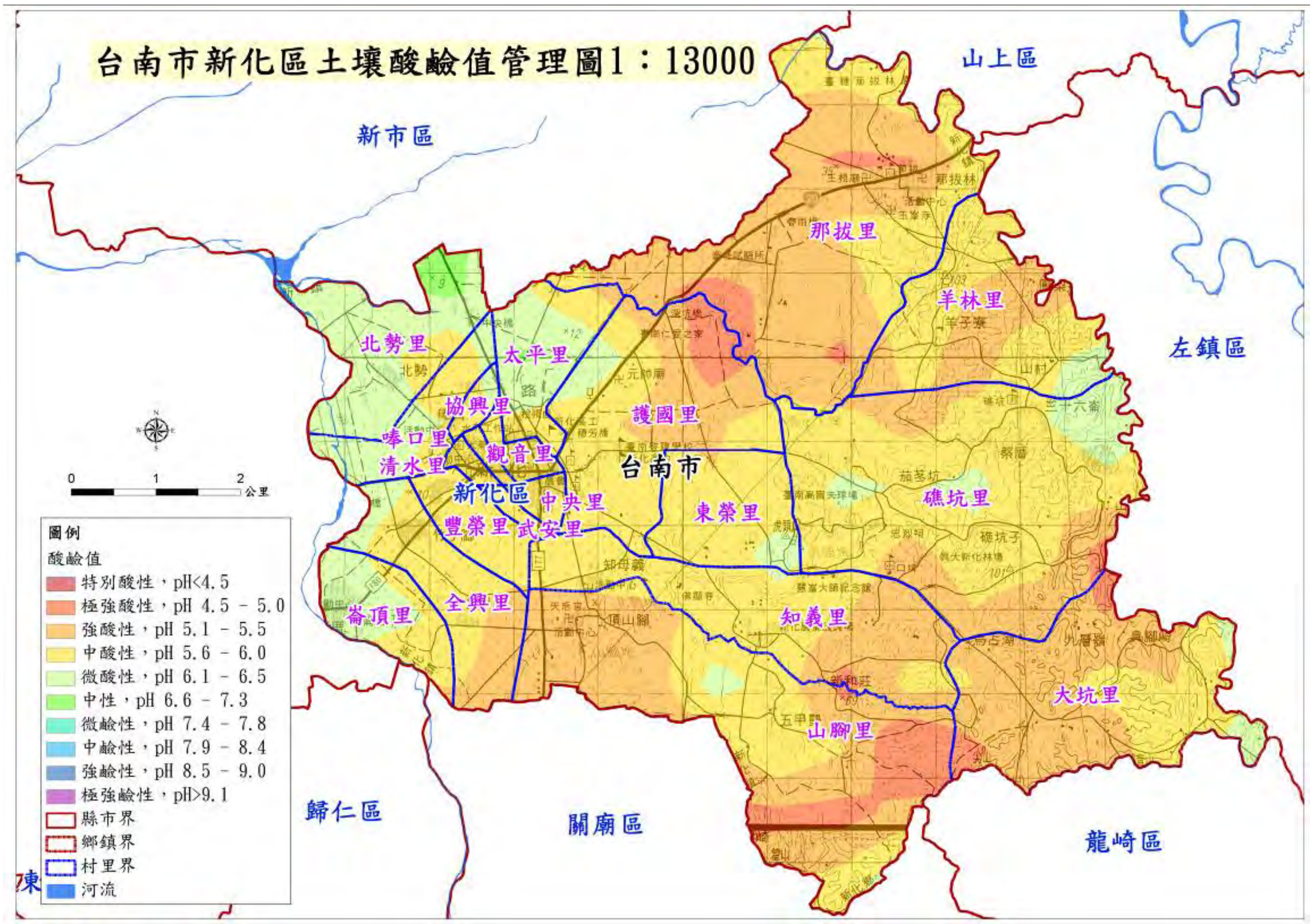
顯示果園田區位置之次量與微量要素營養管理推薦：參考前述次量要素與微量要素之土壤管理。

鳳梨適合之 pH 範圍 pH 4.5-6.5。(其中 pH 4.5-5.5 時，土生病害減少發生。)

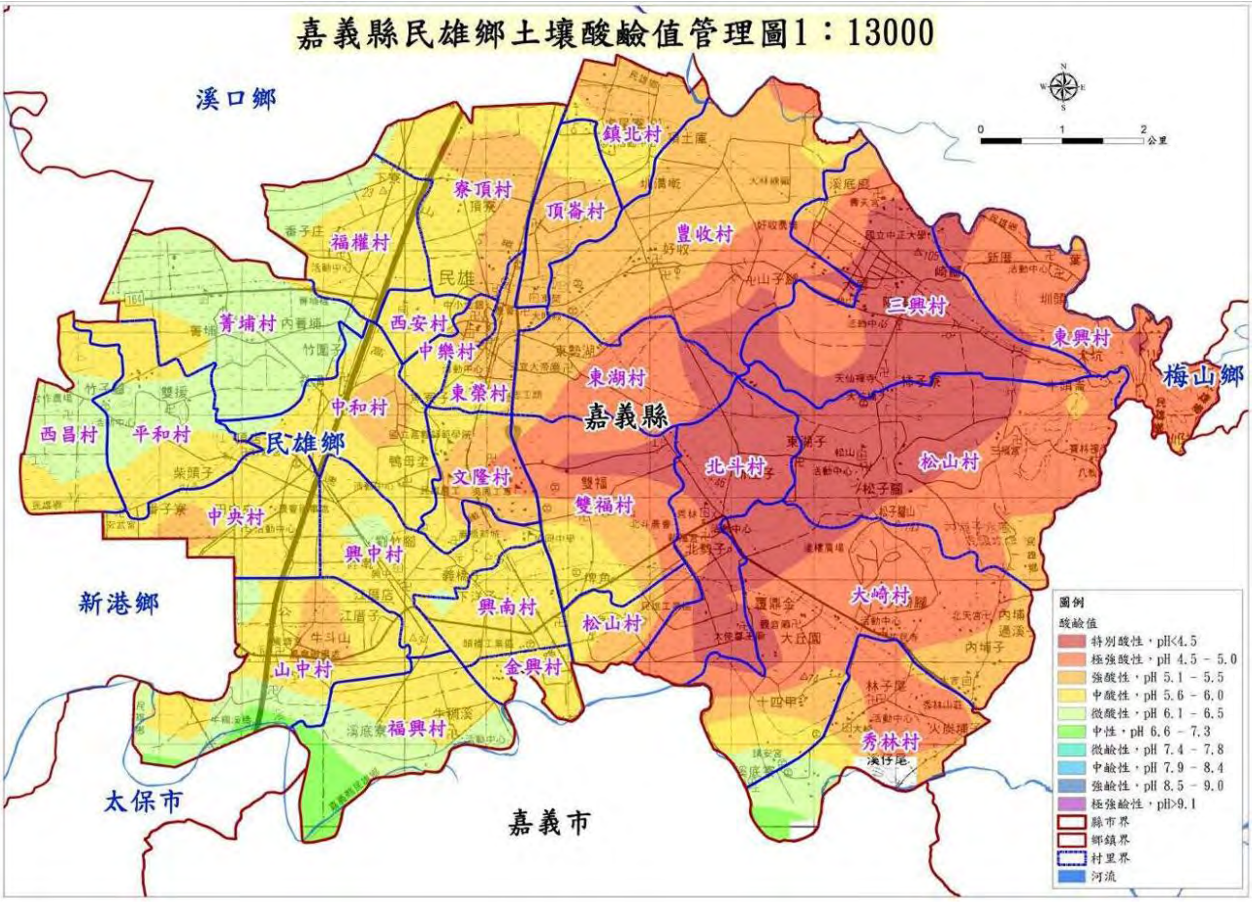
(1) pH＜4.0，種植前整地基肥施肥考慮施用石灰資材。

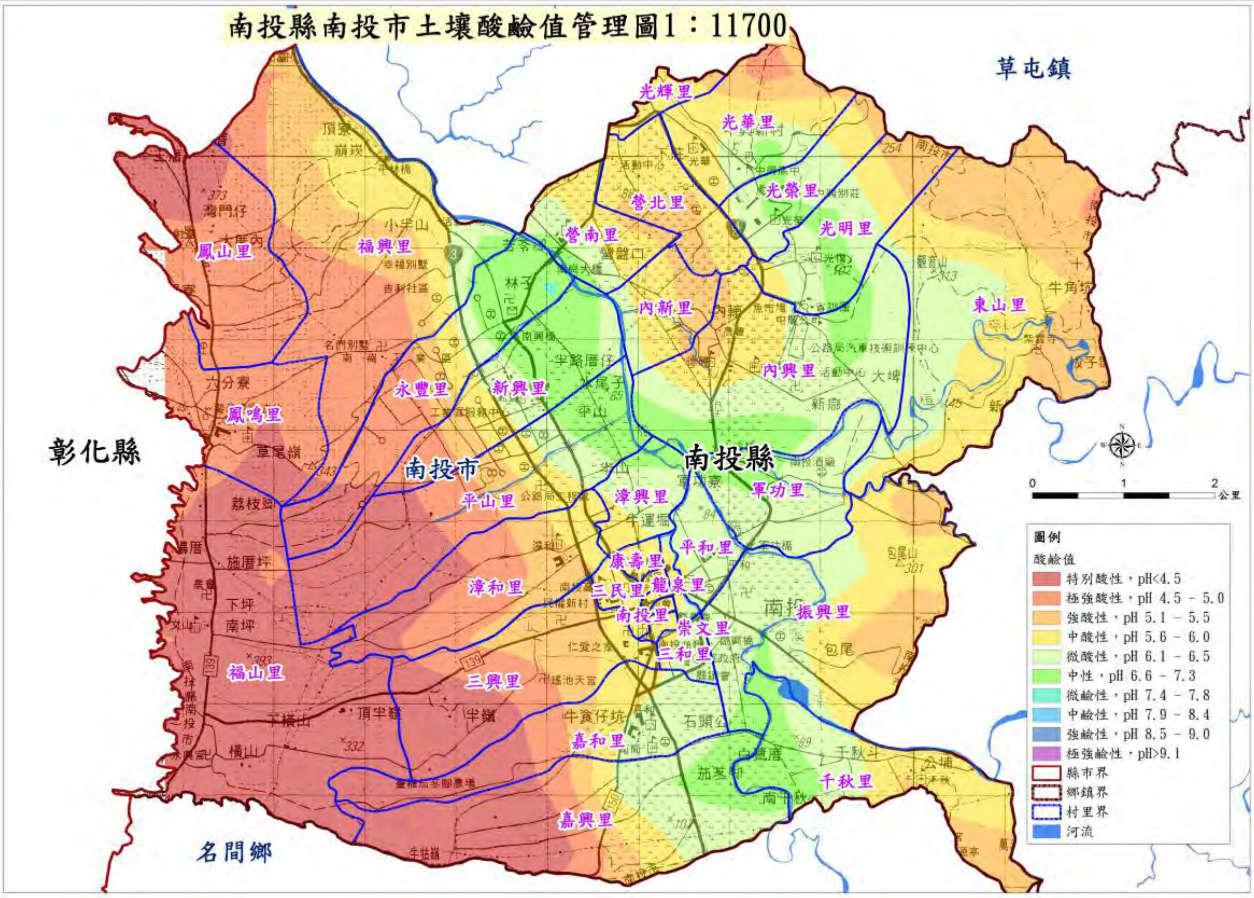
(2) pH 4.5-6.5，無需施用石灰改良，甚適合鳳梨之種植栽培。其中 pH 4.5-5.5 土生病害大為減少。

(3) pH 7.0 以上避免種植，如土壤鈣未超過 2,500 mg/kg 則尚未傷害根或影響根伸展。

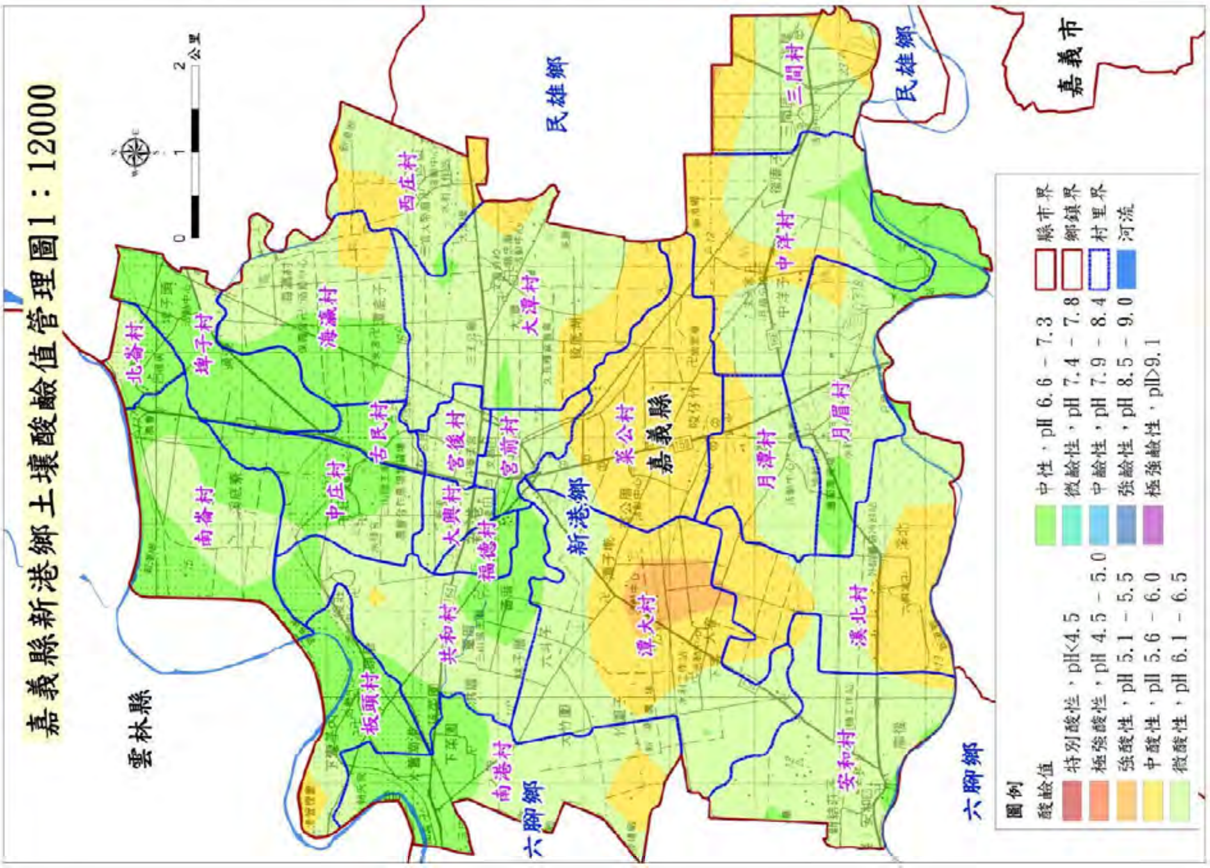


農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

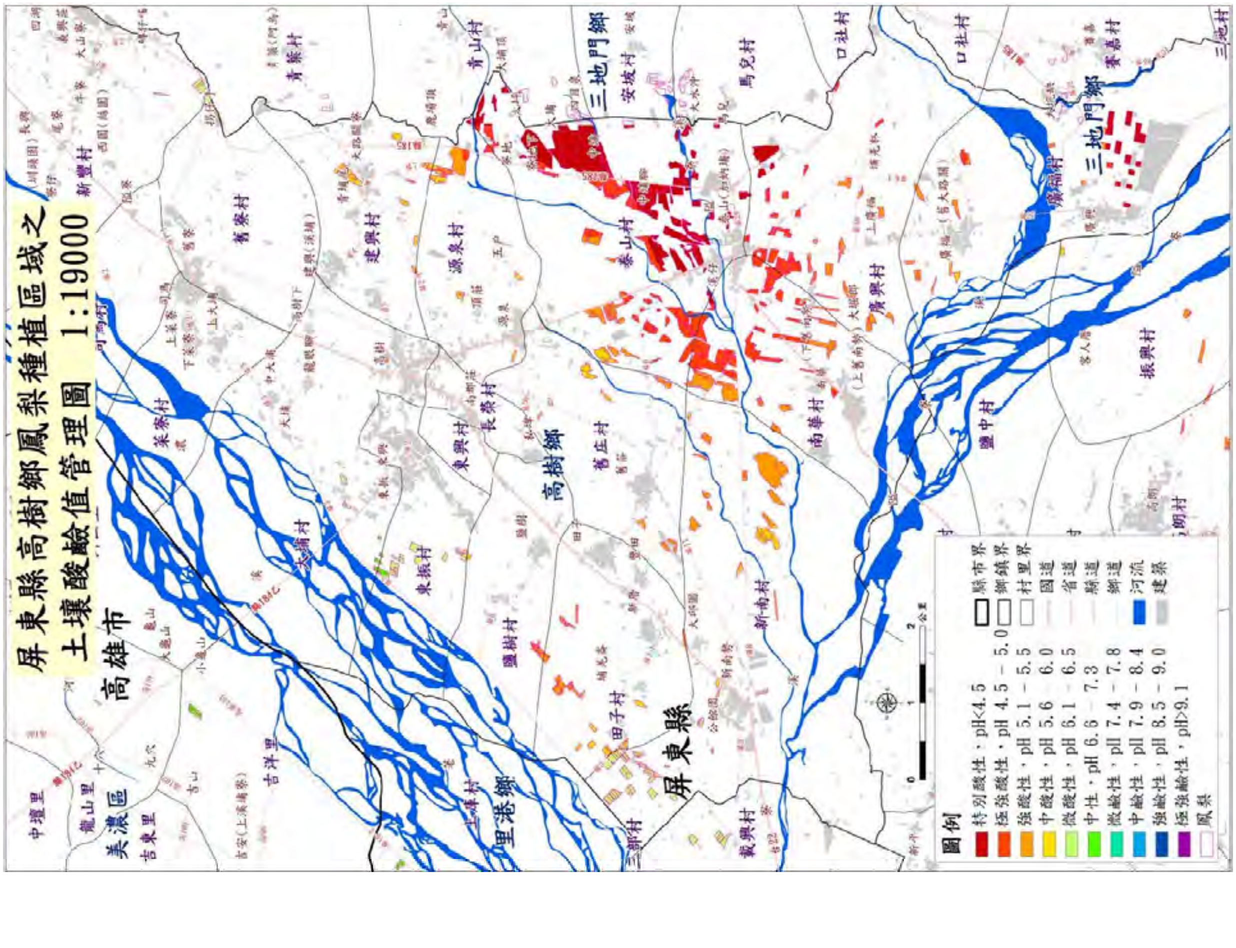




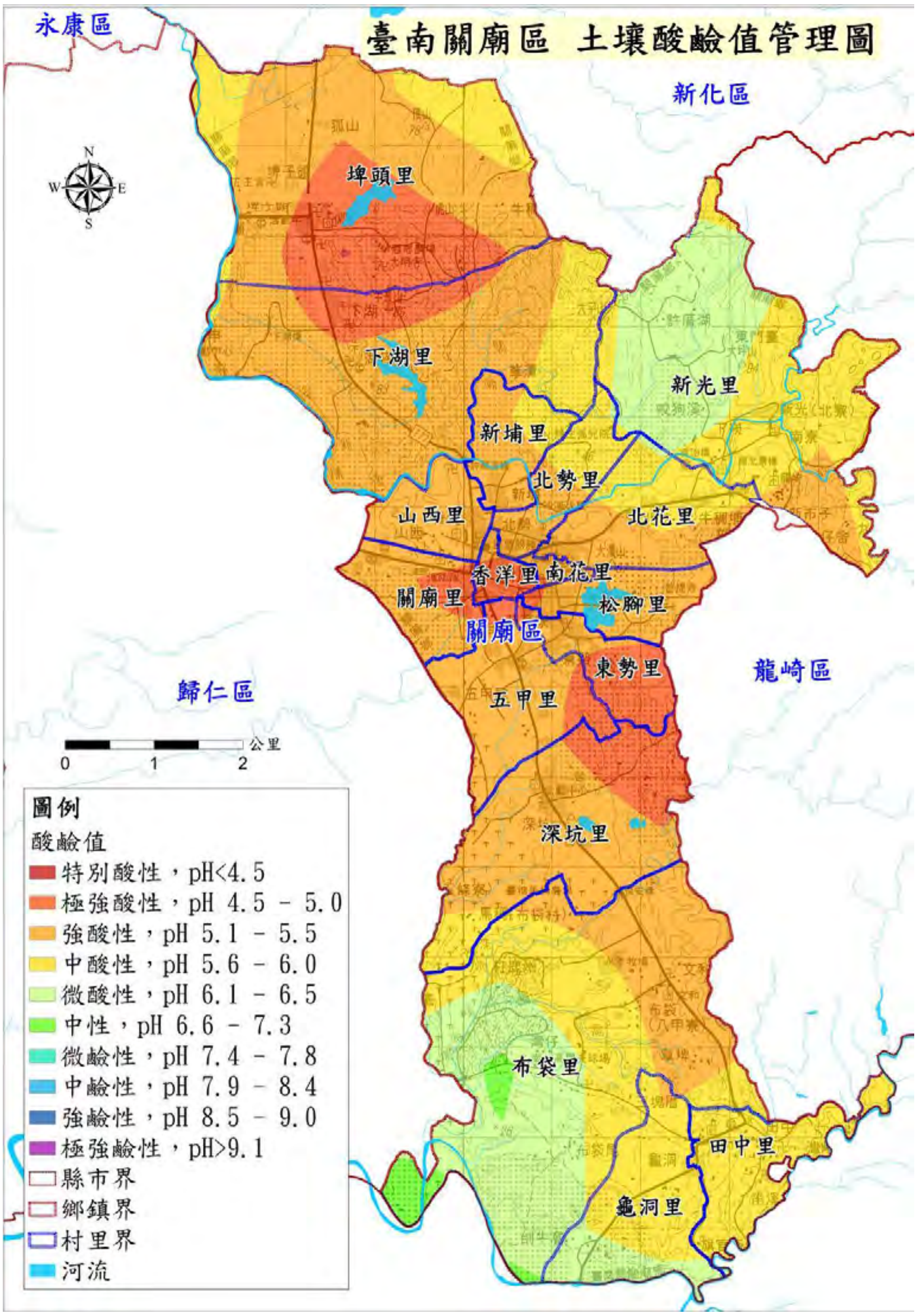
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

4. 土壤有機質管理組圖

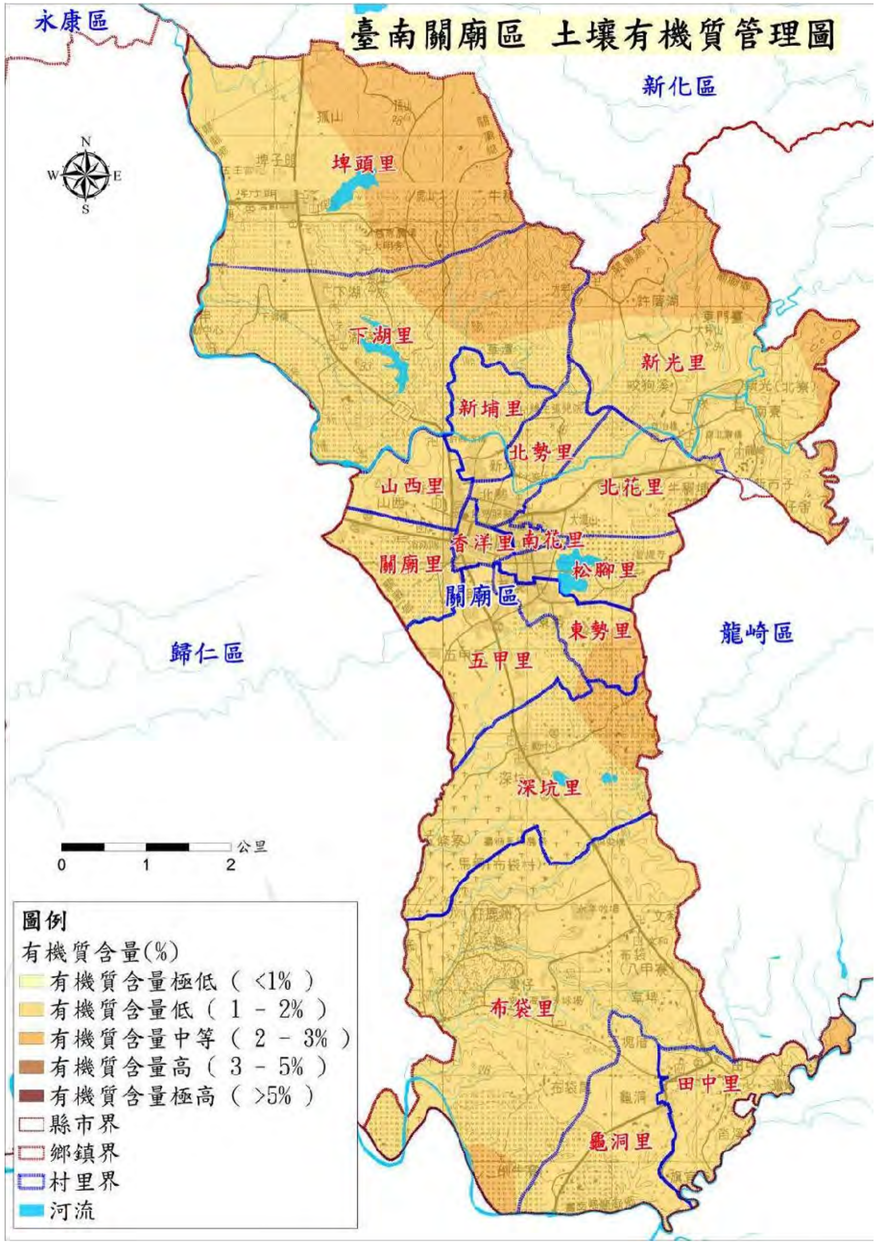
顯示果園田區位置土壤有機質管理改良策略的推薦

鳳梨田不可能似一般果園施行草生栽培，土壤有機質 1.0%以下，建議鼓勵：

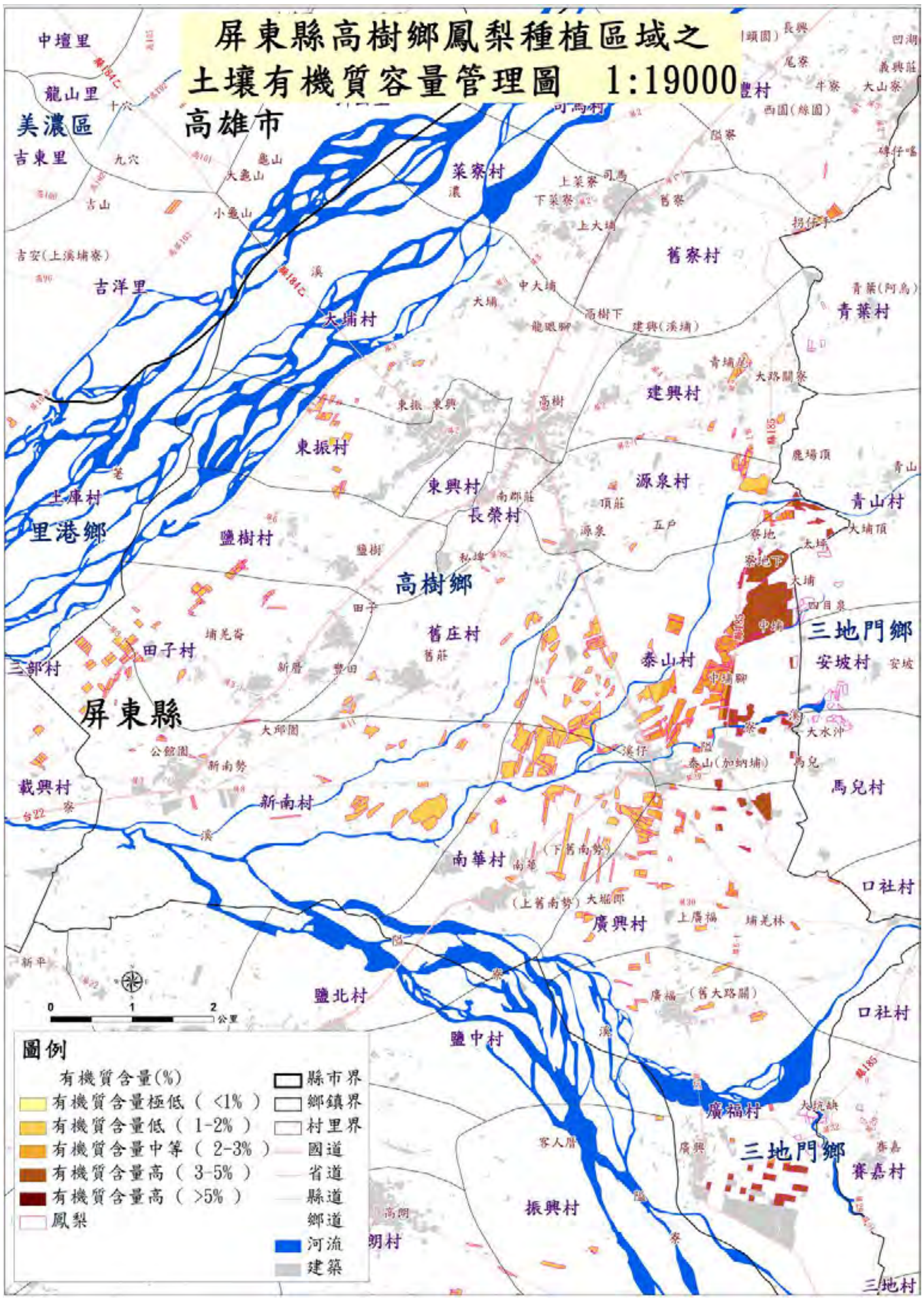
(1) 土壤有機質 10 g/kg 以下，及 10 g/kg 以上至 20 g/kg：**基肥**施用非粕類但含纖維質，木質素及有機碳較高，即碳氮比 C/N 較高之有機質資材。**追肥施用含有機質之複合肥料。**

(2) 土壤有機質 30 g/kg 以上：**可減少有機質肥料施用**，可隔一至二年才施用一次。

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

五、鳳梨施肥推薦資訊----參考範例與實例

(一) 民雄鳳梨施肥推薦範例—農試所黃維廷

1. 基肥至催花前一般肥培管理
   (1) 種植基肥：整地作畦條施，或曳引機整地作畦則全面撒施
      A. 每 0.1 公頃 4 號複肥（11-5.5-22）約 4 包 160 公斤。另外加施，氮不高大約 2 %，但含纖維質，木質素及有機碳較高，即 C/N 較高之有機質肥料，例如含有機質之複合肥或蔗渣類有機肥料 20 包左右，大約 500 公斤。

      或

      每 0.1 公頃類似 4 號含有機質之複合肥料（11-5.5-22）六包 240 公斤
      B. 過磷酸鈣均 0.5-1 包。
   (2) 生育期追肥
      A. 約種植 2-3 個月後，生育期自然降雨前後或灌溉後，每 0.1 公頃 1 號複肥（20-5-10）二包 80 公斤，全面撒施或翻開塑膠布側邊施(視生長狀況決定追肥補充次數)。
   (3) 營養生長熟株後至催花前肥培管理
      A. 限制水分與氮肥---催花前後至複花始花前。
      B. 加強鉀肥：硫酸鉀 20-30 公斤／0.1 公頃(施肥前後稍為給水)。
2. 催花後生殖生長
   (1) 電石或益收催花時補充硼，兩種方法：
      A. 土壤澆灌：每年每 0.1 公頃 3-5 公斤硼砂或硼酸，分次（每次 1 公斤至 1.5 公斤）溶解於 5,000 公升水，澆灌鳳梨基幹部或塑膠布的孔洞。約 3-5 次。
      B. 葉面施肥：水硼 2,000 倍或硼砂與硼酸 1,000 倍，葉面噴施 5-7 天一次，約 3-5 次。
   (2) 複花完花結小果前

      每 0.1 公頃 4 號複肥（11-5.5-22）二包 80 公斤，
      採全面撒施或翻開塑膠布側邊施。
   (3) 完花結小果後約一個月

      每 0.1 公頃施硫酸鉀 20 公斤 (施肥前後稍為給水) ，
      4 號複肥（11-5.5-22）40 公斤。---視果實大小而決定是否施肥，可能省略不施 4 號複肥。
3. 總計施肥量

   三要素氮-磷酐-氧化鉀：
   每公頃 510-650—220-350—900-1,100 公斤
4. 農家調查結果

   農家施肥調查結果，如以下**(二)**至**(七)**的實例，農友普遍習慣重施氮肥，而不重視鉀肥對提高品質之作用。氮肥施用量過高，各時期宜可酌量減施。鉀肥宜加強施用以提高品質。

(二) 鳳梨施肥參考實例---高樹鄉洪華進農友

1. 基肥至催花前一般肥培管理

(1) 11 月初種植，種植密度 0.1 公頃 3,600 株，半個月內

A. 澆施殺菌劑與殺蟲藥一次。

B. 開根肥土壤澆施，即溶 1 號（26-13-13）10 公斤/10 噸水/ 3,000 株。

(2) 11 月底至 12 月底

至少三次土壤澆施液肥 (視生長勢而定，可能四次)，

即溶 1 號（26-13-13）10 公斤/10 噸水/ 3,000 株。

(3) 開春後二月中下旬基肥

葉腋基部施用，含有機質之 1 號複肥（11-11-11）每分地 2.5 包×25 公斤。

(4) 40 日左右後安三月上旬追肥

每分地施用， 43 號複合肥料（15-15-15）或台肥 1 號複合肥料（20-5-10）4 包 × 40 公斤。

(5) 四月底至五月初，追肥

含有機質之 1 號複肥（11-11-11）3 包 ×25 公斤。

2. 催花後生殖生長

(1) 果實發育期

A. 正常生長勢之鳳梨田（前作為非鳳梨，土壤殘肥仍足夠），不再施肥。

B. 生長勢不佳之鳳梨田（前作為鳳梨，土壤殘肥不足），七月再追肥一次。含有機質之 1 號複肥（11-11-11）3 包 ×25 公斤。

3. 總計施肥量

三要素氮-磷酐-氧化鉀：

每公頃 520-680—290-540—370-540 公斤。

(三) 鳳梨施肥參考實例---南投陳永受農友

1. 10 月中種植後

(1) 青雞糞 (2.7-3.2-3.4) 100 包 ×40 公斤/ 2.5×0.1 公頃，

即 1,600 公斤/分地 (43.2-51.2-54.4) 。

(2) 43 號複合肥料 8-9 包 ×0 公斤/ 2.5×0.1 公頃，

即 128 公斤/分地 (19.2-19.2-19.2) 。

2. 4 月中

硫酸鉀 K_2SO_4 6 包 ×40 公斤/ 2.5×0.1 公頃，即 96 公斤/ 0.1 公頃 (0-0-48) 。

3. 5 月 25 日電土催花

4. 總計施肥量

三要素氮-磷酐-氧化鉀 **N-- P_2O_5-- K_2O**：

62.4—70.4—121.6 公斤/ 0.1 公頃，

亦即 624—704—1216 公斤/公頃。

5. 冬季為抑制花芽分化而繼續營養生長，乾燥給水，低溫給氮肥，即硝酸銨鈣 (又稱白肥) (26%N)。

(四) 鳳梨施肥參考實例---關廟黃百練 (2013/10/21 關廟)

氮肥施用量過高，宜可酌量減施。鉀肥宜加強施用以提高品質。

種植密度：3,500-4,000 株/ 0.1 公頃。

收量：3,500 × 3 台斤/株=6,300 公斤/ 0.1 公頃。

1. 基肥至催花前一般肥培管理

(1) 10 月種植，施用基肥

5 號複肥（16-8-12） 6-7 包 × 40 公斤/ 0.1 公頃。

(38.4-44.8-- 19.2-22.4-- 28.8-33.6)

(2) 3-4 個月後，約 2-3 月雨前追肥

硫銨 5-6 包 × 40 公斤/ 0.1 公頃，胺基酸顆粒？ (42-50.4- 0-0) 。

2. 催花後生殖生長

(1) 8-9 月，電石或益收催花時土壤澆施補充硼

每年 0.1 公頃 3-5 公斤硼砂或硼酸分次（每次 1 公斤至 1.5 公斤）溶解於 5,000 公升水，約 3-5 次。

(2) 完花後幼果期

葉面施肥即溶 43 號 (15-15-15-4) 2-3 公斤/1 噸水/ 1.5 × 0.1 公頃。

(3) 約 1-1.5 個月後 (距離採收約 1.5-2 個月)

再一次葉面施肥即溶 43 號同上。

3. 總計施肥量

三要素氮-磷酐-氧化鉀 N-- P_2O_5-- K_2O：

80.4-95.2--19.2-22.4 -- 28.8-33.6 公斤/ 0.1 公頃，

亦即 804-952--192-224--288-336 公斤/公頃。

(五) 鳳梨施肥參考實例---關廟黃國清

氮肥施用量過高，宜可酌量減施。鉀肥宜加強施用以提高品質。

收量 4,000 × 3 台斤/株=7,200 公斤/ 0.1 公頃。

1. 基肥至催花前一般肥培管理

(1) 10 月底-11 月種植基肥

5 號複肥 10 包 × 40 公斤/ 0.1 公頃(1 包 350 株) 64- 32- 48 ，

雞糞 (3.0-3.1-1.3) 20 包 × 30 公斤/ 0.1 公頃 18-18.6-7.8 。

2. 催花後生殖生長

9 月 20 日催花

(1) 一個月後 10 月 20 日，完花後幼果期

葉面施肥即溶 6 號 (5-18-18-4)，3 公斤/4 噸水/ 5 × 0.1 公頃，20000 株。

(2) 約二個月後，再一次葉面施肥即溶 6 號同上 82- 50.6-55.8 。

3. 總計施肥量

三要素氮-磷酐-氧化鉀 N-- P_2O_5-- K_2O：

820--506--558 公斤/公頃。

(六) 鳳梨施肥參考實例---新化康朝宗

氮肥施用量過高， 1 號複肥與尿素宜可減施。

鉀肥宜加強施用以提高品質。

1. 基肥至催花前一般肥培管理
   (1) 12 月基肥
   1 號複肥 10 包 × 40 公斤/ 0.1 公頃， 80-20-40 。
   (2) 下雨前 3-4 月追肥，雙溝邊中耕鋤草覆蓋
   尿素 6-8 包 ， 110.4-0-0 。
2. 催花後生殖生長
   (1) 催花益收。
   (2) 葉面肥：勇狀 226 (12-12-16)
   1 噸水 1 公斤/ 5 × 0.1 公頃， 0.12-0.12-0.16。
   (3) 採收前一個月葉面肥，高磷鉀 1,000 倍。
3. 總計施肥量
   三要素氮-磷酐-氧化鉀 N-- P_2O_5-- K_2O：
   190.5-20.1-40.2 公斤/ 0.1 公頃，亦即 **1905-201-402 公斤/公頃**。

(七) 其他國內外鳳梨施肥推薦資訊

1. 舊板施肥手冊
   (1) 鳳梨三要素推薦量 (公斤/公頃)

	主作	宿根作
氮	550-650	250-300
磷酐	100-120	0
氧化鉀	300-600	100-150

鳳梨三要素推薦量 650-120-600 公斤/公頃。

(2) 鳳梨換算施肥推薦量 (公斤/公頃)

	主作	宿根作
尿素	1,200-1,400 (30-35 包)	540-650 (13.5-16 包)
過磷酸鈣	550-660 (14-16.5 包)	0
硫酸鉀	580-1,160 (14.5-29 包)	190-290 (5-7.5 包)

(3) 鳳梨換算施肥推薦量 (公斤/公頃)

	主作	宿根作
硫酸銨	2,600-3,050 (65-75 包)	1,180-1,400 (13.5-16 包)
過磷酸鈣	550-660 (14-16.5 包)	0
硫酸鉀	580-1160 (14.5-29 包)	190-290 (5-7.5 包)

(4) 鳳梨施肥時期與分配率(%)—黏質壤土

期作別	施肥期	氮肥	磷肥	鉀肥	施肥法
主作	植前 8、9 月	30% 19 包	100% 16.5 包	50% 14 包	開溝施於畦中央或施於畦上土均勻拌入土中，畦上覆蓋 PE 布。
	10 月	3% 2 包			種植後一、四、七個月，防治粉介殼蟲灌藥時，藥液中加 1%尿素，灌入植株心部，每株 100 mL。
	翌年 1 月	3% 2 包			
	4 月	3% 2 包			
	6 月中旬	20% 13 包		30% 9 包	掘穴施於畦畔植株之間的土中。
	9 月催花前 10 天或後 10 天	26% 17 包		20% 6 包	施於基部葉腋。
	第 3 年 2 月中旬	15% 10 包			施於葉腋或噴施葉面。
宿根作	5-6 月採收後	50% 15 包		60% 4.5 包	施於吸芽基部母株葉腋
	9-10 月催花前或後 10 天	50% 15 包		40% 4.5 包	施於葉腋

(5) 鳳梨施肥時期與分配率(%)—砂質或礫質壤土

期作別	施肥期	氮肥	磷肥	鉀肥	施肥法
主作	9 月種植後 2 週	20% 13 包	40% 6 包	30% 8.5 包	掘穴施於畦畔植株之間的土中
	10 月	3% 2 包			種植後一、四個月，防治粉介殼蟲灌藥時，藥液中加 1%尿素，灌入植株心部，每株 100 mL。
	翌年 1 月	3% 2 包			
	3 月中旬	20% 10 包	40% 4 包	30% 8.5 包	掘穴施於畦畔植株之間的土中。
	6 月上旬	10% 6.5 包		20% 6 包	掘穴施於畦畔植株之間的土中。
	7 月上旬	9% 6 包			施於葉腋。
	9 月催花前或後 10 天	26% 17 包		20% 6 包	施於基部葉腋。
	第 3 年 2 月中旬	15% 10 包			施於葉腋或噴施葉面。
宿根作	5-6 月採收後	50% 15 包		60% 4.5 包	施於吸芽基部母株葉腋
	9-10 月催花前或後 10 天	50% 15 包		40% 4.5 包	施於葉腋

2. 農試所嘉義分所官青杉

(1) 施肥方法概述

A. 基肥：2 號複肥 (11:9:18) 180 公斤/分地。

B. 追肥：

第一次；1 號複肥 (20:5:10) 40 公斤＋硫酸鉀 20 公斤/0.1 公頃。

第二次；1 號複肥 (20:5:10) 40 公斤＋硫酸鉀 20 公斤/0.1 公頃。

第三次；1 號複肥 (20:5:10) 40 公斤＋硫酸鉀 20 公斤/0.1 公頃。

C. 總計施肥量 438-222-744 公斤/公頃。

(2) 各時期分配率

A. 各時期分配率如下表所示

	氮	磷酐	氧化鉀	時期
基肥	30%	100%	50%	
追肥	20%	-	20%	植後翌年 4 月
	20%	-	10%	植後翌年 7~8 月
	20%	-	20%	開花後

B. 灌施：

定植後一個月灌藥時加入 10 g/L 尿素，每株 100 mL，以後每隔三個月一次連續三次

3. 高雄農業改良場

(1) 要素施用量

A. 每株施用量

三要素施用量為：氮-磷酐-氧化鉀 8-2-8 公克/株，

以單質肥料計為：硫酸銨-過磷酸鈣-硫酸鉀 38-11-15 公克/株。

B. 每公頃栽種 40,000 株計，則每公頃施用量為

三要素施用量為：320-80-320 公斤/公頃，

以單質肥料計為：硫酸銨-過磷酸鈣-硫酸鉀 1,520-440-600 公斤/公頃，約 38-11-15 包。

(2) 分配率

A. 基肥

每公頃施用 10 公噸左右的有機質肥料，配合整地耕耘，全面撒施混入土中。做畦，畦中開 30 公分深的溝，將化學肥料 (全年磷肥施量的全量、氮肥施量的 30%及鉀肥施量的 50%) 施入溝中，覆土將畦整平後覆蓋上塑膠布，即可種植。

B. 種植後每隔 1 個月

配合粉介殼虫與心腐病防治 --藥劑中加 10 g/L 的尿素，每公頃用量 40 公斤，連續灌注三次，可促進新根發生。

C. 追肥分三次施用

秋植園：翌年的三、四月間春雨後，六至七月間及催花後一個月。

春植園：五至六月間春雨後，八至九月間及催花後一個月施用。

第一次追肥可在行邊開溝施肥後培土做畦，或在畦邊植株間掘穴施肥，施用

全年氮肥的 30%及鉀肥的 25%。

第二次追肥時，植株根部已伸長至畦旁，開溝或挖掘容易傷根，可翻開塑膠布施在植株基部土中，以減少肥料流失，施用全年氮肥的 30%及鉀肥的 15%。

第三次追肥時，已進入旱季，且植株基部成熟葉片基部已長出不定根，可將肥料施在基部葉腋，施用全年氮肥的 10%及鉀肥的 10%。

4. 聯合國農糧組織 FAO

期作	要素推薦量（公斤/公頃）		
	氮	磷酐	氧化鉀
主作（5-6 次追肥）	500-650	0-180	300-600
宿根作（3 次追肥）	220-300	-	100-200
若土壤交換性鉀超過 140 mg/kg，可減少鉀肥施用量			

中質地土壤或塑膠布敷蓋			
時期	氮	磷酐	氧化鉀
主作			
種植前（早秋）	25 %	100 %	40 %
早春（6 個月）	10 %(添加殺蟲劑)		
早夏（9 個月）	20 %		30 %
早秋（12 月）	15 %		10 %
晚秋（14 個月）	10 %		
早春（18 個月）	20 %		20 %
宿根作			
晚夏（採收後）	40 %		60 %
秋天中旬	20 %		
早秋	40 %		40 %

粗質地土壤無塑膠布敷蓋			
時期	氮	磷酐	氧化鉀
主作			
種植後 1 個月內	15 %	33 %	20 %
早春（6 個月）	20 %	33 %	20 %
早夏（9 個月）	20 %	33 %	30 %
早秋（12 個月）	15 %		10 %
晚秋（14 個月）	10 %		
早冬（18 個月）	20 %		20 %
宿根作			
晚夏（採收後）	40 %		60 %
秋季中旬	20 %		
早冬	40 %		40 %

5. 夏威夷鳳梨肥培管理-

A. 三要素施肥推薦量

氮： 450 公斤/公頃 (400-500 公斤/公頃)。

磷酐： 75 公斤/公頃。

氧化鉀： 400 公斤/公頃。

B. 種植前整地已將全量磷酐：75 公斤/公頃施入，其餘鉀肥及氮肥則以葉面施肥分施

(1) 每作 20 個月。

(2) 鳳梨苗種植前已將全量磷酐 (P_2O_5) 75 公斤/公頃，其餘鉀肥及氮肥則以葉面施肥分次施用。

(3) 在化學藥劑催花時，以尿素作為氮源每公頃施用 50 公斤。

(4) 施肥時期及分配率如下表：

夏威夷鳳梨葉面施肥：
每公頃噴施水量 2,500 公升/公頃，栽植 58,710 株/公頃

噴施時期月份 (種植後)	0-3	4-8	9-10	11-12	
噴施頻率次數	4	5	2	2	
肥料種類	每次葉面施肥溶解施用肥料量			(公斤/公頃)	累計 公斤/公頃/年
尿素	48	72	98	120	958
硫酸鉀	44	66	89	111	906
硫酸亞鐵	7	10	14	17	140
硫酸鋅	2	3	4	5	41
硫酸鎂	49	27	39	48	385

6. 印度鳳梨肥培管理[1]

印度各地區之施肥量如下表所示，其中 Assam 省，堆肥、全量磷肥與鉀肥及半量氮肥於基肥時條行施施進土壤，其餘半量氮肥則以葉面施肥分施六次 (450 公克 尿素溶解於 10 公升水)，其他省地區鉀肥及氮肥平均分成兩次施用。

[1] Tandon, 1987

三要素施肥推薦量					
地區	栽植密度 株/公頃	氮肥	磷酐	氧化鉀	堆肥 噸/公頃
		公斤/公頃(公克/株)			
阿薩姆邦 Assam	44 000	530 (12)	90 (2)	530 (12)	15
卡納塔克邦 Karnataka	55,555 (0.6 x 0.3 m)	350	130	440	30
喀拉拉邦 Kerala	40,000	320	160	320	25
坦米爾納德邦* Tamil Nadu	55,555 (0.6 x 0.3 m)	500	40	660	40-50
西孟加拉省 West bengal	40,000	400 (10)	200 (5)	400 (10)	20

* 若要素缺乏，以硫酸鋅、硫酸鐵補充之

7. 西孟加拉省 West Bengal[2]

	施用肥料量(公斤/公頃)		
	氮肥	磷酐	氧化鉀
鳳梨 (Kew)	600	400	600

8. 澳洲昆士蘭 Queensland Australia

各時期的施肥量如下表所示，主作與宿根作之施肥量皆相同。
若發現缺鐵之葉片黃化現象，則以 30 g/L 硫酸亞鐵與尿素葉面施肥補充。
如有"crook-neck"彎曲變形果基肥需施用硫酸鋅與硫酸銅各 30 公斤/公頃。

施肥時期	施用肥料量(公斤/公頃)		
	氮肥	磷酐	氧化鉀
種植前基肥	-	50	450
種植後每隔二個月施肥	15-25 (以 100 g/L 尿素葉面施肥)		

* 幼株 15 kg/ha 氮， 長至成株則 25 kg/ha 氮。

[2] Mitra & Sheet (1995) Pineapple News, USA. p2

六、結語

依據農家訪查與土壤與葉片營養診斷，於嘉義民雄實施土壤健康管理肥培試驗之結果，每公頃收量 62-65 公噸，其三要素施肥量為：氮-磷酐-氧化鉀 每公頃 600-700—250-350—1,000-1,150 公斤。與施肥手冊未載明收量之鳳梨三要素推薦量比較，氮-磷酐-氧化鉀 650—120—600 公斤/公頃，兩者氮肥施用量接近，而磷鉀肥則呈現兩倍數以上之差距。與國外 FAO 等文獻所載比較，例如 FAO 650—180—600 公斤/公頃，Stewart et al, 每公頃收量 81 公噸，其鳳梨果實養分吸收量為：氮-磷酐-氧化鉀 574—126—1631 公斤/公頃。Mitra （2001 年）每公頃收量 84 公噸，其果實養分奪取量為：氮-磷酐-氧化鉀 每公頃 150—45—530 公斤。土壤健康管理施肥之**氮鉀比率**與推薦量尚為合理而不離譜，均特別強調**氮鉀比**與**重施鉀肥**。

農家施肥調查結果，農友普遍習慣重施氮肥，而不重視鉀肥對提高品質之作用。建議因為農家**氮肥施用量過高，各時期宜可酌量減施。鉀肥宜加強施用以提高品質。**

第三章　鳳梨第二部分

高屏地區鳳梨營養診斷與合理化施肥

高雄區農業改良場 林永鴻

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

鳳梨 (*Ananas comosus (L.)* Merr.) 別名波羅、黃梨、王梨，是是多年生草本果樹，由於其果肉酸中帶甜且纖維質高，可視為健康蔬果之一，為國人喜愛的水果之一。鳳梨原產於熱帶南美洲，約在 16 世紀末傳至中國、爪哇、菲律賓。台灣栽培鳳梨始於清康熙末年，迄今已有 300 多年歷史，而台灣中南部的丘陵地和山坡地，更是發展鳳梨栽培的最佳產區。

鳳梨的栽培品種於民國 80 年代以前因應罐頭加工之需求，95%以上之栽培品種為開英種，然而近 20 年來因應國內外鮮食市場之需求，以台農 17 號金鑽鳳梨為主力栽培品種，約佔總栽培面積 85%以上，其產地分佈自台中、彰化以南至台東、屏東，鳳梨分佈之圖資顯示屏東縣產地面積居冠，佔總面積 27.4%，嘉義縣居次，佔總面積 14.7%，台南市居第三位，佔總面積 13.9%，高雄市居第四位，佔總面積 13.6%，南投縣居第五位，佔總面積 12.7%，其餘佔 15%。

鳳梨最適合生長於年平均溫度在 24-27℃之間的地區，而通氣性佳、排水良好、土層深厚以及 pH 值介於 4.5-6.0 間之砂質壤土為其最佳生長環境；排水不良、含石灰量過多、中至鹼性土壤、坡度在 25 度以上的地區則不適合種植鳳梨。鳳梨屬耐旱型作物，對水源需求較不嚴苛，但太長時間的乾旱也會影響生長與發育，鳳梨可生長在年降雨量 600 mm 至 4,100 mm 的環境下，一般認為適宜生長範圍是 600 mm 至 2,540 mm 之間，但是最理想的年降雨量環境是 1,000 mm 至 1,500 mm 之間。

當鳳梨植株成長一定大小時，因感受冬季低溫、短日且乾旱等的氣候條件，易誘使鳳梨自然開花，常於春季 2 - 4 月時便可見小花序形成，其正常產期為夏季 (6 - 8 月)，稱為夏果，僅少部份 (約 20%) 植株延遲至夏季開花，並於冬季採收，稱為冬果；由於不同品種及植株生長勢差異對環境之敏感度不同，因此，造成同一產區且同時定植之鳳梨植株，其自然開花之次序亦參差不齊，致無論栽培管理及採收無法同步進行，增加生產成本，因而為維持一定品質及節省人力，大都採行人工催花調節果實生產。

(二) 土壤條件

鳳梨最適合生長於通氣性佳、排水良好、土層深厚以及 pH 值介於 4.5-6.0 間之砂質壤土之土壤環境；排水不良、**含石灰量過多、中至鹼性土壤、坡度在 25 度以上**的地區則不適合種植鳳梨。

在鳳梨田間栽培管理方面，良好的營養管理以及土壤性質對其收穫品質與產量的提昇佔很重要的地位。鳳梨施肥過量或體內養分不平衡常會促使果實品質低落及生理病害發生率提高。有研究顯示，隨著氮肥施用量的增加，肉聲果所佔百分率會愈高，且會使糖度增高、酸度降低 (蘇等，1957)，另外，在缺鉀之土壤中施用氯化鉀，有極

為明顯之增產效果，惟在氮肥不足情形下氯化鉀之大量增施，會引起肉聲果產率之降低，而氮肥充足時，雖然施用氯化鉀稍能增加肉聲果數，但大量增施時仍未見肉聲果之繼續增加 (蘇等，1962)。

土壤酸度過高時，易導致鈣、鎂、鉀及硼等養分的流失，而土壤鹼度過高時則鐵及硼的吸收會受影響，易導致萎黃現象。強酸性土壤中鈣、鎂及硼含量極低，因當土壤 pH 值低於 4.0 時，宜適量施用鈣、鎂及硼之肥料，一方面可提昇果實糖酸比，另一方面則可降低部分的生理病害。

圖 1-圖 3 為屏東縣鳳梨重要栽植地高樹鄉之土壤排水情形、土壤酸鹼度及有機質含量管理組圖。經以往土壤調查顯示，高屏地區主要鳳梨栽種地排水良好，土壤酸鹼度大多在 pH 6.0 以下，而約有三分之一則在 4.0 以下，土壤交換性鈣含量大多數小於 500 mg/kg，土壤交換性鎂含量則大多小於 80 mg/kg。雖然鳳梨對於鈣及鎂的需求量並非很高，然而，與一般果園土壤要素充足標準比較，其差距甚大，因此，近年來農民開始注意到嚴重缺乏鈣及鎂的吸收應對鳳梨品質有所影響。

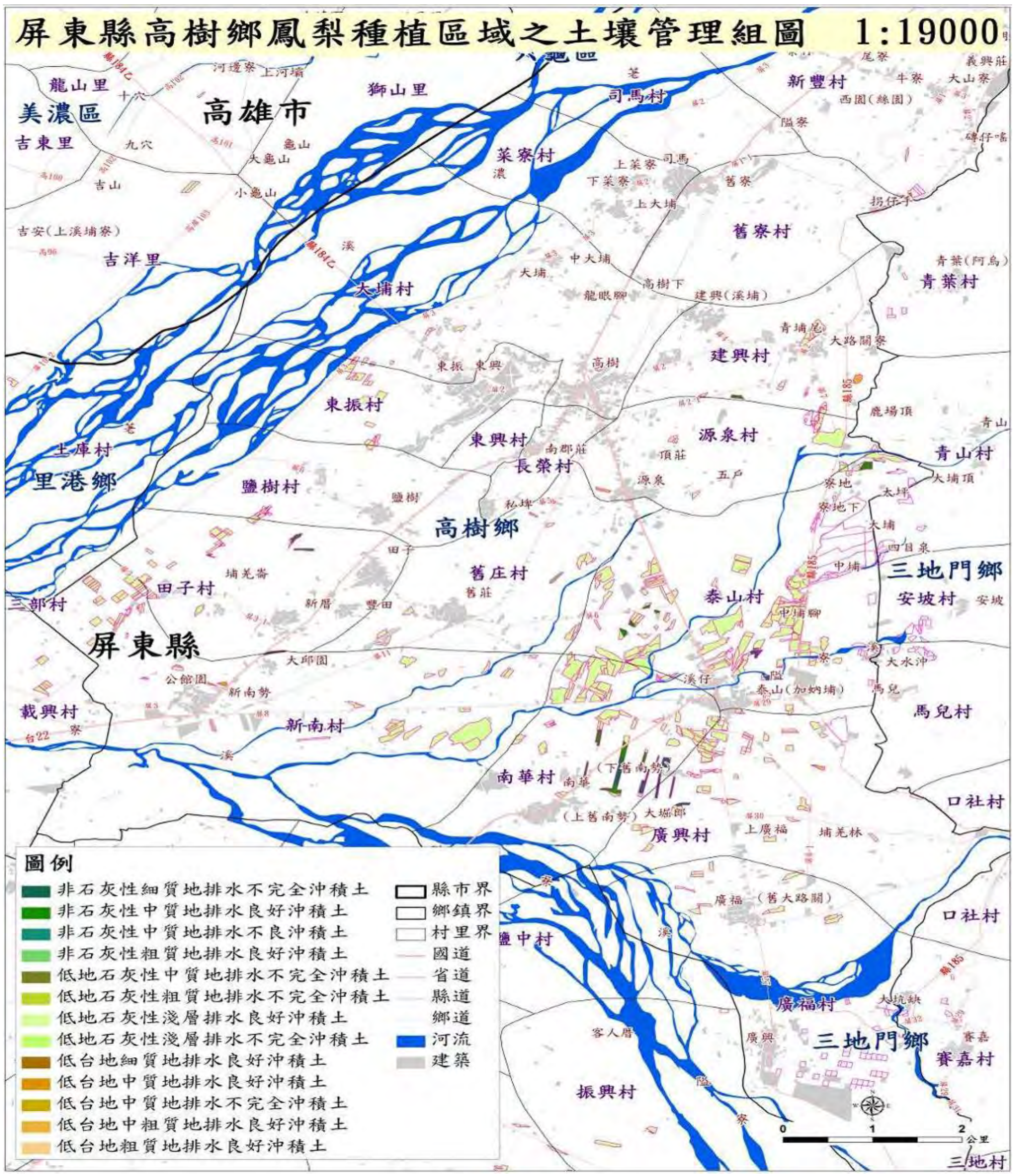


圖 1. 屏東縣高樹鄉鳳梨園土壤排水情形管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

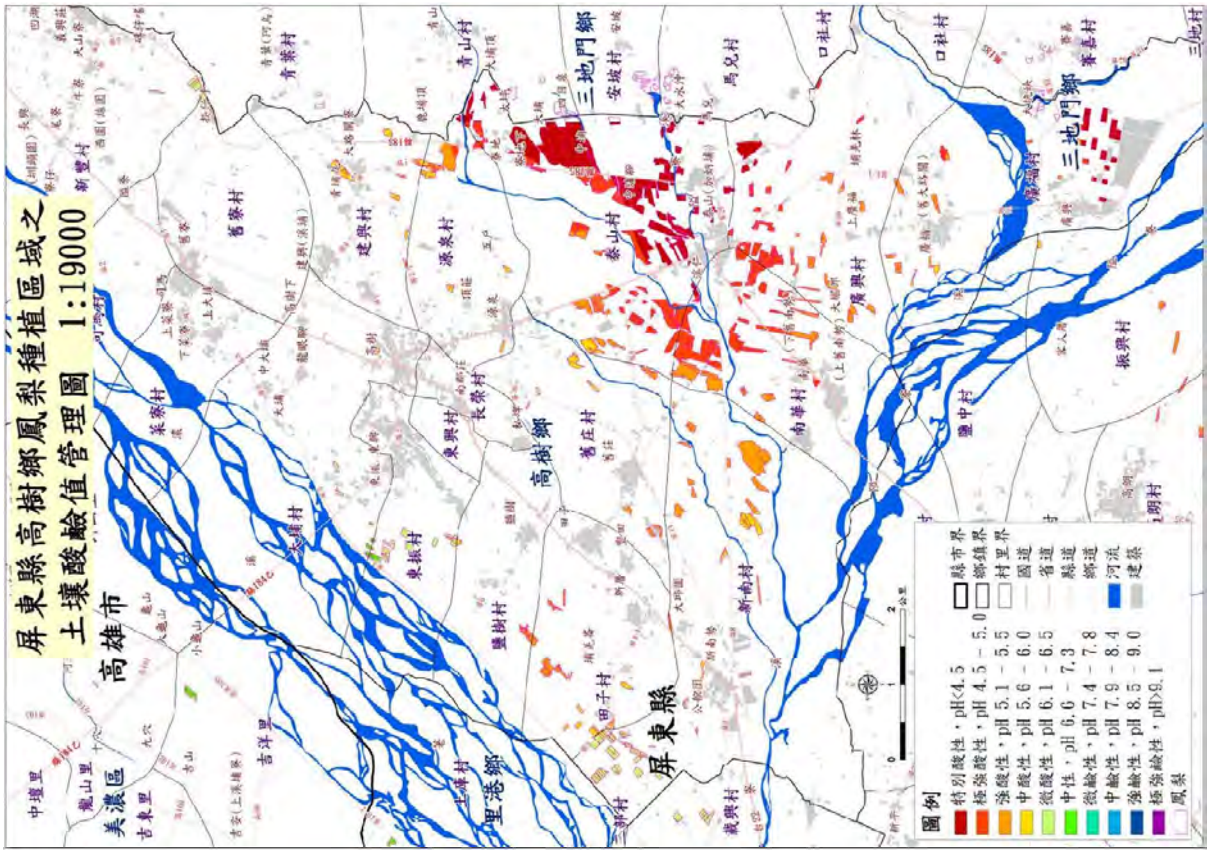


圖 2. 屏東縣高樹鄉鳳梨園土壤酸鹼度管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

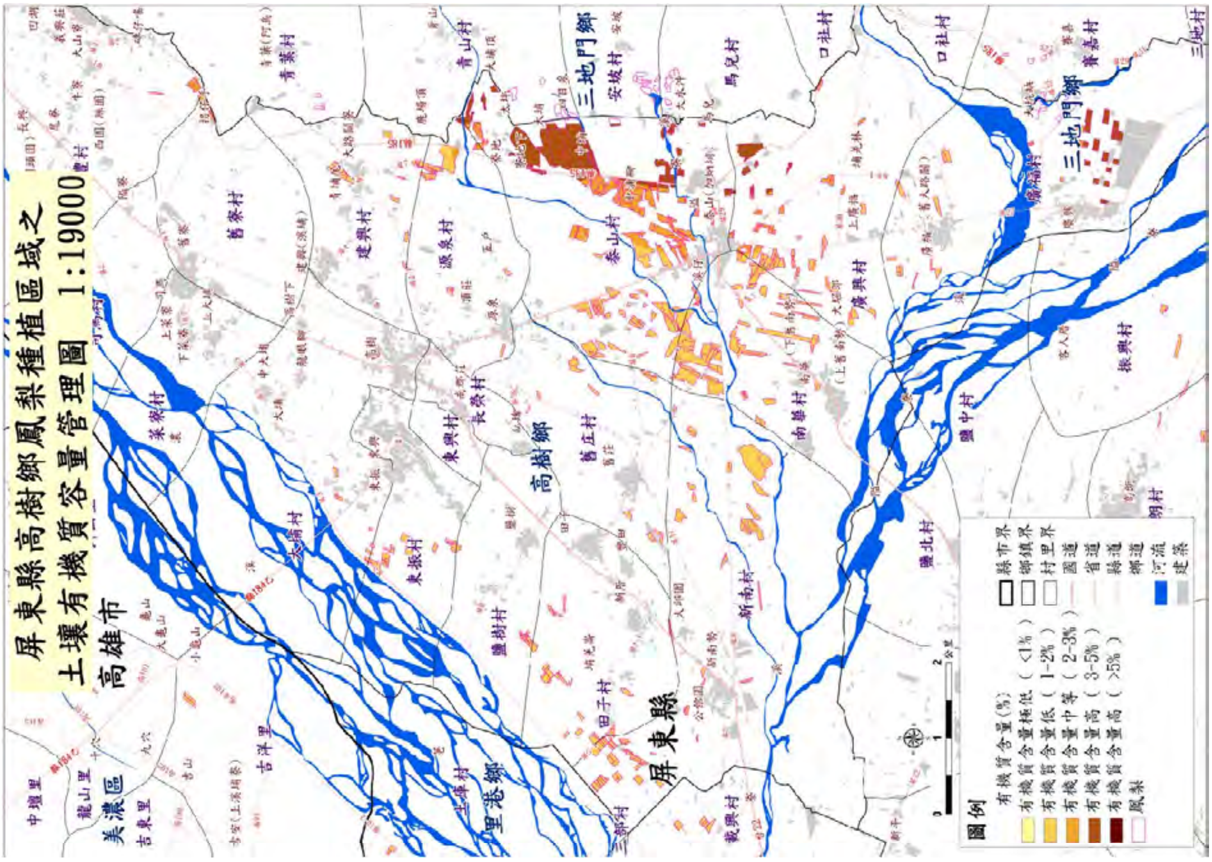


圖 3. 屏東縣高樹鄉鳳梨園有機質含量管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

(三) 主要栽培品種及產地分布與產業介紹

鳳梨是臺灣重要的熱帶水果之一，主要栽種地分布於屏東縣、嘉義縣、臺南市及高雄市等地區，栽培品種以臺農 17 號之金鑽鳳梨栽種最多 (約佔七成以上)。產期集中於每年三至七月，其間價格偏低，然受限於鳳梨植株會因冬季低溫等因素影響而自然開花，造成八月至隔年二月間國內鳳梨供應普遍不足。近年來研究人員正著眼於解決自然開花問題，將有助於分散鳳梨產期，並提高農民收益。

目前鳳梨栽培仍普遍存在產期過於集中之問題，因此，往往透過產期調節分散部分的產期，將部份鳳梨產期挪移至秋冬季生產，除了可提供水果淡季的國內市場所需外，更能確保外銷周年供果的穩定貨源。此外，若能配合有效的病蟲害管理及合理化施肥，將有助於生產高優質鳳梨果品，讓農民能有穩定合理的利潤收入。

鳳梨營養失衡易造成生理病害，例如氮肥施用過多造成果肉褐化 (圖 4)，缺鈣或缺硼產生的裂目現象 (圖 5)，或是氮鉀肥施用不均衡產生的果心斷裂 (圖 6) 等生理病變，均顯示合理化施肥的重要性。

圖 4. 氮肥施用過量易使鳳梨罹病率提高

圖 5. 左為正常鳳梨，右為果目開裂

圖 6. 氮鉀肥施用不均衡易造成果心斷裂等生理病徵

二、鳳梨園肥料的選擇及施用注意要點

(一) 有機質肥料

鳳梨種植時，若土壤屬貧瘠地，於整地時每公頃宜施入有機質肥料 5000 - 6000 公斤，當腐熟堆肥耕犁入土壤中，除了可供給養分外，尚可促進土壤團粒化以增加土壤的排水及通氣性並防止土壤遭受沖刷。另外，可產生大量有機酸使化學肥料肥效提昇，有機質肥料之選擇，應注意其腐熟度外，一般碳氮比 (C/N) 以小於 25 以下者為最適宜，此外，應注意其養分含量及重金屬含量是否符合國產有機質肥料標準，可參考農糧署網站 (http://www.afa.gov.tw/) 中推薦之國產有機質肥料購買。

(二) 化學肥料

化學氮肥一般有銨態氮肥及硝酸態氮肥，鳳梨長期適應酸性土壤環境，其氮利用以銨態氮為主。因此，鳳梨園之氮肥選擇以含銨態氮 (如硫酸銨或尿素等) 之肥料為佳，而若有必要進行葉面噴施補充氮肥時，亦以尿素為佳，不過其配製之濃度應宜在 30 g/L 以下以免造成肥傷。磷肥之選擇則以過磷酸鈣為佳，因為過磷酸鈣除可供應磷肥外，亦同時補充強酸性土壤中易缺乏的鈣。至於鉀肥，施用硫酸鉀可提高肉聲果比率，而施用氯化鉀則會延遲鳳梨的開花與果實成熟時間。

(三) 土壤檢測

為瞭解真正的營養需求，鳳梨園於整地前宜採取 0-15 公分深之表土應進行速測，以做為施肥推薦之依據。土壤酸鹼度過低或過高以及土壤有機質過低時，亦可在種植前進行改良及補充，以使鳳梨生長過程中不致有營養問題產生。另外，假使鳳梨在生長過程中有疑似養分缺乏症狀產生，亦可採取成熟葉片 10-15 葉混合後進行分析。依中興大學作物養分需求及植體分析之分級標準，鳳梨成熟葉片於去除基部之白色組織

後，植體營養含量情形列於表二，當葉片某些養分過低時可配製這些養分之液體肥料進行葉面噴施以使鳳梨進入生育期後體內之養分不致缺乏。

圖 7. 鳳梨園整地施入基肥後後覆蓋塑膠布

圖 8. 準備種植的鳳梨裔芽

三、鳳梨園土壤與葉片的採樣及分析

(一) 土壤的採樣、檢測及說明：

一般每一土壤樣本約只取 500- 1000 公克送驗，鳳梨園土壤的採樣僅需採取 0-15 公分部分的土壤，採樣地點需注意勿靠近路邊或周界邊緣、畜舍邊、田埂邊以及新施肥地區。鳳梨園土壤的採樣點，在五分地以下可視為一採單位，採取前、中、後五個點之土壤予以混合；若五分地以上，一公頃以下則可自行區隔兩區，分為兩區進行採樣；雖然地不大，但每塊田區並非緊臨，則可分為多區進行土壤採樣。可將田區五個點採得之小樣本，放入塑膠盆或桶中，充分混合、揉細、組成一混合樣本，再自其中取出約 500-1000 公克，裝於樣本袋中。樣本袋中寫明樣本編號(或地段及地號)、農戶姓名、住址、電話等基本資料，送往改良場進行檢驗。

鳳梨園土壤分析最常測定的項目有土壤酸鹼度 (pH 值)、電導度 (EC 值)、有機質含量、質地、有效性磷、鉀、鈣、鎂以及微量要素。土壤酸鹼度可以預測多種元素被利用的可能性，例如土壤酸性太強時，磷的有效性會降低；土壤鹼性太強時，許多微量元素如 (鐵、鋅、硼等) 將無法供應植物利用。一般鳳梨園土壤酸鹼度在 4.5-6.0 之間較好；電導度大小表示土壤溶液中可溶性鹽類的多寡，電導度越高，越不利於鳳梨吸收水分及養分，並可能產生鹽害。鳳梨為不喜歡高鹽分環境的作物，因此，土壤電導度（1：5）測值需在 0.6 dS/m 以下，方不致有鹽害之虞。有機質含量可反應土壤中養分長期的供應能力及保肥力，鳳梨園區土壤之有機質含量最好維持在 20 g/kg 以上。另外，鳳梨園土壤 Bray-1 磷在 25 mg/kg 以上，交換性鉀在 30 mg/kg 以上，交換性鈣在 300 mg/kg 以上，交換性鎂 30 mg/kg 以上較為合宜。

(二) 鳳梨葉片的採樣、檢測及說明

通常鳳梨最佳葉片採樣時期可於催花前二至三週進行。全園採 U 字型逢機採樣方式，採取鳳梨 D 葉 (雙手環抱植株最高的葉片) 約 10 葉，於去除基部之白色組織後，以不鏽鋼剪刀剪成 3-5 公分之葉片片段，並裝於乾淨採樣袋中送驗。將代表性葉片的養分分析值與診斷適宜值（表 1）比對後，即可說明植物營養狀況供肥培管理參考。

葉片養分狀況是施肥、土壤性質及氣候、水分等影響之綜合表現，生長良好之鳳梨，葉片應有適當之養分濃度，因葉片養分含量不足即會影響其生育。雖有諸多因子

影響鳳梨體內的養分含量，但若能經葉片診斷結果，再探究土壤、氣候、水分等因素，找出限制因子。若探討原因後僅是土壤的問題，則需進行施肥的調整或改善土壤環境，以利植株恢復生機。

圖 9. 土壤採樣

圖 10. 葉片採樣

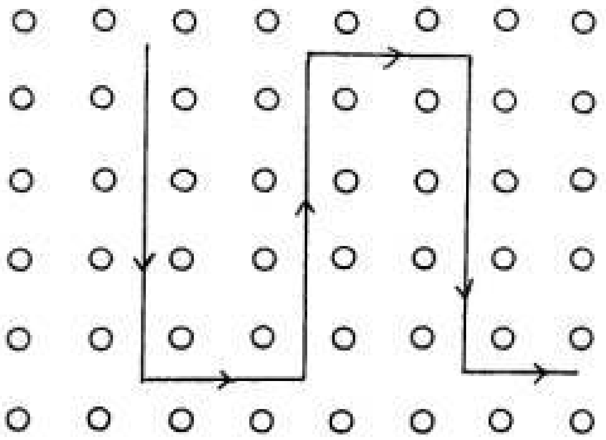


圖 11. 於鳳梨催花前 2-3 週可循著果園 U 字型採取 D 葉 10 葉混合樣品送驗

表 1. 鳳梨葉片各種營養元素含量適宜值 (催花前成熟葉片)

元素	低	充足	高
		g/kg	
氮	<15	15-17	>17
磷	-	<1.0	>1.0
鉀	<22	22-30	>30
鈣	<8.0	8.0-12	>12
鎂	-	<3.0	>3.0
		mg/kg	
硼	<30	>30	-
銅	-	<10	>10
鐵	<100	100-200	>200
錳	<50	50-200	>200
鋅	<20	>20	-

四、鳳梨合理化施肥—施肥推薦參考實例

土壤速測及營養診斷是合理化施肥的參考依據，本場於屏東縣高樹鄉鳳梨合理化施肥示範區進行試驗，於民國 98 年鳳梨栽植前檢測土壤性質，土壤速測之理化性質 (表 2) 如下，酸鹼度 (pH) 為 3.7、有機質含量為 35 g/kg、Bray-1 磷 45 mg/kg、交換性鉀 98 mg/kg、交換性鈣 305 mg/kg、交換性鎂 30 mg/kg、0.1 M 鹽酸萃取性鐵 73 mg/kg、錳 25 mg/kg、銅 3.3 mg/kg、鋅 2.6 mg/kg、電導度 0.35 dS/m。經說明如下：有機質含量充足，土壤 Bray-1 磷充足，交換性鉀充足，交換性鈣及鎂充足，微量要素銅及鋅不足，電導度值顯示無鹽分過高情形。

表 2. 鳳梨園土壤性質

項目	酸鹼度 (1:1)	有機質	Bray-1磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
		g/kg	---------------------- mg/kg ----------------------			
表土	4.1	35	45	98	305	30
參考值	4.5至6.0	20至40	11至50	30至100	300至800	30至60

表 2. 鳳梨園土壤性質 (續)

項目	鐵	錳	銅	鋅	電導度 (1:5)
	-------------------------mg/kg-------------------------				dS/m
表土	73	25	3.3	2.6	0.38
參考值	50至300	20至140	12至20	11至25	0.26至0.60

註：0.1 M 鹽酸萃取

經土壤速測結果推薦肥料施用量如下，應施用腐熟堆肥 750 公斤/ 0.1 公頃；而因為土壤中大量元素均充足，因此，合理化施肥區各施肥期之化學肥料較農民慣行區減施 20 - 30%。各施肥期化學肥料施用量如下。

合理化施肥區，根據土壤速測結果，推薦合理施肥量，於民國 98 年 10 月施用腐熟有機質肥料 30 包/0.1 公頃，民國 99 年 2 月施用硫酸銨三包、過磷酸鈣二包、氯化鉀 0.5 包、尿素 0.4 包，民國 99 年 3 月施用 43 號複肥 4 包/ 0.1 公頃，民國 99 年 4 月施用寶效 1 號 5 包 (1415 元)，民國 99 年 5 月施用 43 號複肥 2 包/ 0.1 公頃，催花後葉面噴施含三要素之液體肥料 500-700 倍及微量元素 1,500 倍。

農民慣行施肥區，於民國 98 年 10 月施用腐熟有機質肥料 30 包/ 0.1 公頃，民國 99 年 2 月施用硫酸銨四包、過磷酸鈣 2.6 包、氯化鉀 0.6 包及尿素 0.6 包，民國 99 年 3 月施用 43 號複肥 5 包/ 0.1 公頃，民國 99 年 4 月施用寶效 1 號六包，民國 99 年 5 月施用 43 號複肥 3 包/ 0.1 公頃，催花後葉面噴施含三要素之液體肥料 500-700 倍及微量元素 1,500 倍。

表 3. 合理化施肥區與農民慣行區果實品質比較

果實性質	糖度(^{o}Brix)	果長(cm)	果寬(cm)	果重(kg)
合理化施肥區	16.8	19.3	16.1	1.83
農民慣行區	16.1	19.2	15.8	1.79

經果實品質調查 (表 3) 顯示，合理化施肥區鳳梨的糖度為 16.8^{o}Brix 民慣行施肥區則只有 16.1^{o}Brix；合理化施肥區之平均果寬、果長及果重也較農民慣行施肥區高。計算合理化施肥區農民一期 0.1 公頃施用之肥料總成本為 9,486 元，而農民慣行施肥區則為 10,949 元，因此，以每 0.1 公頃而言，約可減少 1,493 元的施肥成本 (表 4)。

表 4. 合理化施肥與農民慣行施肥成本比較

肥料	合理化施肥區 (公斤/0.1 公頃)	農民慣行區 (公斤/0.1 公頃)	降低肥料(元)*
有機質肥料*(25 kg/包)	750	750	-
硫酸銨 (40 kg/包)	120	160	-240
過磷酸鈣 (40 kg/包)	80	104	-111
氯化鉀 (40 kg/包)	20	24	-41
尿素 (40 kg/包)	20	24	-78
台肥 43 號 (40 kg/包)	240	320	-740
台肥寶效 1 號(25 kg/包)	125	150	-283
液體肥料+微量元素	-	-	-
合計	9,486 元	10,979 元	-1,493

*有機質肥料 110 元/包，硫酸銨 240 元/包，過磷酸鈣 185 元/包，氯化鉀 410 元/包，尿素 390 元/包，43 號複肥 370 元/包，寶效 1 號 283 元/包

圖 12. 合理化施肥示範區農民慣行施肥區比較

五、結語

土壤速測之結果可做為鳳梨施肥推薦之參考，然而，田間正確的土壤採樣為獲得準確土壤分析數據之第一步，經由土壤速測的結果配合作物各生長時期，選擇適當的肥料種類、肥料量及施用方法進行合理化施肥，方能使作物獲得充分及均衡的養分，並節省施肥成本。另外，除了土壤速測外，若能同時配合葉片分析及診斷，便能確切地瞭解樹體的營養狀況，經由營養診斷推薦施肥才能獲得產量高及品質優的農產品。

第三章　鳳梨第三部分

台南地區鳳梨營養診斷與合理化施肥

臺南農業改良場 潘佳辰

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

鳳梨屬熱帶作物，性喜終年溫暖及日照充足的氣候，生育適溫為 28-32℃，14℃以下及 40℃以上均不利鳳梨生長。年雨量在 1,000-1,500 mm 且全年分布均勻時為最佳(黃士晃及卓家榮，2009)。

(二) 土壤條件

土壤以通氣及排水良好，土層深厚的砂質壤土，土壤酸鹼度 （pH 值）在 4.5-6.0 之間較適合栽種，排水不良的低窪地，土地含錳或石灰量過多，以及土質呈中性或鹼性反應，均不適合種植鳳梨 (黃士晃及卓家榮，2009)。

(三) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

台灣鳳梨主要鮮食品種為台農 17 號，約佔七成以上之栽培面積，其餘尚有開英種、台農 4 號 (釋迦)、台農 6 號 (蘋果)、台農 11 號 (香水)、台農 13 號 (冬蜜)、台農 16 號 甜蜜蜜)、台農 17 號 (金鑽)、台農 18 號 (金桂花)、台農 19 號 (蜜寶)、台農 20 號 (牛奶)及台農 21 號 (黃金)等品種 (黃士晃及卓家榮，2009)。鳳梨栽培面積分布於臺南 1,348.41 公頃、嘉義 1,418.88 公頃、雲林 751.28 公頃 (農糧署農情報告資源網)。

(四) 栽培管理

1. 水分灌溉管理

鳳梨為鬚根，因此，對水分較為敏感，積水或乾旱均會影響植株生育，由於台灣中南部雨量分布極不平均，夏季颱風豪雨帶來充沛雨量，若無良好排水管理，造成園地淹水及積水未退，容易導致根部腐爛或發育受阻，嚴重會造成植株發育遲滯甚至死亡。

冬季則因乾旱無雨，若正值鳳梨植株快速生長發育期或開花結果期，將因缺水而嚴重影響植株正常發育及果實品質。因此，為避免上述水分管理問題，種植時應採取畦作，並加強園地排水系統，並於雨季隨時疏通，避免積水發生，且應於秋冬旱季給予適當灌溉，避免過於乾旱影響生長，此外，利用塑膠布覆蓋亦可防止雨水滲透及適度保持土壤水份 (黃士晃及卓家榮，2009)。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 土壤養分需求與各種養分之生育功能

生育初期著重氮肥的施用，以促進發育，植株發育中期以後宜減少氮肥增加鉀肥施用量，使催花前植株成熟葉片轉呈淺黃綠色，以提高催花成功率，也可避免發生果

心斷裂等生理障害。開花結果後注重磷鉀肥多施。(黃士晃及卓家榮，2009)

(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙介紹

鳳梨喜酸性土壤，若土壤呈現鹼性，建議可以利用土壤改良資材 (如硫磺)，評估施用量後進行土壤改良。部分農友耕作前會添加雞糞作為基肥，然大量施用雞糞，易使得大量養分進入土壤而造成根群受損，導致植株無法如預期成長，且葉片偏黃。故施用任何型式肥料前，應先進行土壤肥力分析，瞭解田區養分狀況後，再施用肥料。

(三) 土壤與葉片採樣方法---請參考第一部分

三、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

鳳梨土壤酸鹼值適應約 4.5-6.0，若土壤呈現鹼性，應施用土壤改良資材(如硫磺)，評估施用量後進行土壤改良。於耕作時可於基肥施用有機質肥料，再於各生長期各別補充所需營養要素。

臺南場民國 104 年農友土壤送樣分析數據可對轄區農田肥力狀況有依粗略的認識，分析數據之誤差原因可能為採樣方法及轄區內鳳梨農友送土壤樣品數而有所差差異。民國 104 年臺南區農業改良場土壤肥料分析實驗室接收轄區內農友土壤送樣之結果 (表一) 顯示，土壤酸鹼值約在 5.6-6.3 之間，土壤有機質平均在 16-24 g/kg 之間。針對土壤酸鹼值偏鹼的情形，可以酌量施用硫磺粉，以降低土壤酸鹼值。

表一、民國 104 年度臺南場轄區鳳梨土壤送檢分析數據結果

	EC (1:5)	pH (1:1)	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
	dS/m		g/kg	------------------mg/kg-------------------			
臺南	0.13 ± 0.19	5.88 ± 1.23	1.69 ± 0.69	76 ± 78	84 ± 75	1237 ± 958	159 ± 93
雲林	0.12 ± 0.11	5.64 ± 1.06	2.34 ± 1.05	79 ± 51	84 ± 61	919 ± 649	119 ± 66

土壤肥力分析依臺南場土壤肥料研究室分析方法。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

土壤有機質能提供良好根系生長環境，故於基肥時期可以選用低養分、高有機質資材。由地區間土壤有機質、Bray-1 磷及交換性鉀顯示 (如表二)，土壤有機質未達 30 g/kg 者，約八成，未達比例偏高，應施用高有機質資材，或草生栽培 (如種植綠肥大豆) 以增加土壤有機質外，亦可能因為分析樣品數量較少，導致比例偏高。土壤 Bray-1 磷高於 50 mg/kg 者，臺南約四成，雲林約七成；土壤交換性鉀高於 100 mg/kg 者，平均約三成。嘉義地區因土壤送樣件數較少故未列入。

表二、民國 104 年臺南場轄區鳳梨果園土壤送檢有機質、Bray-1 磷及交換性鉀分佈

	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀
	<30 g/kg	>50 mg/kg	>100mg/kg
臺南	97 (28)	41 (12)	24 (7)
雲林	80 (16)	70 (14)	35 (7)

[1]:數值表示為”所佔比例(分析件數)”

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

本推薦量以栽植密度每公頃 38,000 株計算，在栽種前施入 10-15 公噸之堆肥，其餘之三要素推薦量如表三所示，而秋植與春植的施肥時期及分配率分別如表四及表五所示。

表三、鳳梨主作與宿根作之三要素施用量 (公斤/公頃)

要素別＼期作	主作	宿根作
氮素	450-500	225-250
磷酐	110-120	55-60
氧化鉀	450-500	225-250

表四、秋植 (8-10 月種植) 之鳳梨園施肥時期及分配率 (%)

期作別	施肥時期	分配率(%) 氮肥	磷肥	鉀肥	施肥方法
主作	種植前	30	100	50	撒施拌入土中。
	種植 1 個月後	3	-	-	防治介殼蟲時，加 10 g/L 尿素灌注芯部，每株 20 毫升。
	種植 3 個月後	3	-	-	同上。
	翌年 6 月中旬	20	-	30	於畦畔植株之間掘穴施入土中。
	催花處理後 10 天	30	-	20	施於基部葉腋。
	謝花後 1 個月	14	-	-	施於基部葉腋或噴施葉面。
宿根作	主作果實採收後	50	-	60	施於母株葉腋。
	9-10 月催花處理後 10 天	50	-	40	施於葉腋。

表五、春植 (3-5 月種植) 之鳳梨園施肥時期及分配率 (%)

期作別	施肥時期	分配率(%) 氮肥	磷肥	鉀肥	施肥方法
主作	種植前	30	100	40	撒施拌入土中。
	種植 1 個月後	3	-	-	防治介殼蟲時，加 10 g/L 尿素灌注芯部，每株 20 毫升。
	種植 3 個月後	3	-	-	同上。
	翌年 6 月中旬	20	-	30	於畦畔植株之間掘穴施入土中。
	催花處理後 10 天	30	-	20	施於基部葉腋。
	謝花後 1 個月	14	-	10	施於基部葉腋或噴施葉面。
宿根作	主作果實採收後	50	-	60	施於母株葉腋。
	9-10 月催花處理後 10 天	50	-	40	施於葉腋。

第四章　芒 果

南部地區芒果園土壤性質與施肥推薦與參考資訊

臺南區農業改良場 黃瑞彰
高雄區農業改良場 張耀聰

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

芒果（檬果）(*Mangifera indica* L.)，屬於漆樹科 (Anacardiaceae) 芒果屬 (*Mangifera*) 是由英文 Mango 音譯而來。原產於印度，栽培至少四千年，為熱帶果樹。台灣於 16 世紀（明朝嘉靖年間）荷蘭人引進。臺灣芒果栽培歷史上最具劃時代應是自民國 49 年代從美國引入愛文等品種，栽培面積急速增加。依據行政院農業委員會臺灣農業統計年報民國 105 年芒果種植面積為 15,683 公頃，主要栽種地區為臺南、高雄、屏東等地，年產量約 10.6 萬公噸，產值約 98 億元，其中**臺南市即佔 7,064 公頃，為最大的產區。**

(二) 土壤條件

芒果對土壤適應性極佳，但土壤 **pH 在 5.5-7.5 之間最為合適**，pH 太酸的土壤易使生產芒果品質欠佳。另外，如果土壤過於肥沃，易使植株行營養生長，影響正常開發結果。此外，粗至中質地、上下均勻分布土壤，砂土或壤土皆可，但以壤土至坋質壤土最適宜。

土壤質地影響肥培方式，粗質地保水保肥力比較中細質地土壤差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失。質地更影響灌水管理方式 (灌濕土層深度與灌溉頻率)，溼式管理經常維持表土 5-10 公分左右土壤 8-9 分濕潤，灌濕土層深度與灌溉頻率：

質地黏重之壤土，黏壤土，黏土或留草 (移動慢保肥與水較佳)---灌濕至 8-12 公分止，移動 (慢) 至 20 公分時養分約已耗盡，給水頻率 1 次/4-5 天或 1 次/週。

輕質地砂質土，砂壤土或無草 (移動快保肥與水較差)---灌濕至 5-8 公分止，移動 (快) 至 20 公分時養分約已耗盡，給水頻率 1 次/2-3 天或 2 次/週。

土壤質地對生育影響

芒果以中至細質地為宜，一般為壤土至坋質壤土最適宜。有效土層深厚，排水宜佳。台南地區在**左鎮至南化一帶，有些泥岩（白堊土）地區所生產芒果品質極佳**，雖果粒小，但硬度較高，甜度也高，外觀粉中透紅，且耐儲藏，炭疽病發生率低，其原因是泥岩含有鹽基，吸收氮較困難，果實中高氮低鈣的情形不易發生，比起平地所產果實（較大、較軟、汁多且酸度高、不耐儲藏、罹炭疽病普遍）大多高氮低鈣造成品質低劣，差異極大。反之，例如在**粗質地上栽培芒果**，其營養生長快速，養分及水分獲得容易，果實發育過快，施肥控制較困難，果實後期品質難以控管。因此，**栽植芒果之土壤質地，以中至細質地，即壤土至坋質壤土為宜。**

二、主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

依品種種類大致可分為本地種及改良種兩種。依據農糧署民國 105 年度統計，本地種芒果栽培面積約 2,686 公頃，約佔整體芒果種植面積之 20.6 %，年產量 1 萬 8,980 公噸，產期在五至七月，並以六月份產量最高。主要產區分布在屏東、臺南及高雄等三縣市，以屏東縣收穫面積約佔 64.4 %為最多。而改良種則為 1 萬 2,997 公頃左右，約佔整體芒果種植面積之 82.9 %、年產量 9 萬 0,246 公噸，其中以愛文芒果最多，約佔改良種芒果種植面積之 55 %，主產地以臺南地區（佔 51 %）為最多，以楠西、玉井、南化為主要大產區。臺南地區產期六月下旬至七月下旬，而高屏地區則以枋寮、枋山及獅子為主要產區 (產期五月下旬至六月下旬)。

民國 90 年加入 WTO 後政府發展農產品，積極推動外銷，其中愛文芒果色澤鮮豔，香氣芬芳，口感極佳，極具國際競爭力，列為外銷旗艦。經輔導設立外銷供果園及專區，實施外銷契作及登錄管理制度控管品質。近年來外銷量穩定，外銷順暢帶動內銷價格穩定。**芒果為重點輔導的作物，推動作物健康管理生產體系為當前重要政策。**凱特芒果一般七、八分熟時便採收，且產期在愛文或金煌芒果盛產後，亦具有外銷潛力。

三、水分灌溉管理

芒果耐旱性強，耐洪水性中強。芒果在花苞形成時若有水分逆境對開花及最後生長有利，尤其在花芽分化前 60 - 90 天儘量限制供水，保持適當乾燥，在花芽分化後從抽穗-開花-結果-肥大時期最需水分，需適量補充灌溉。

配合生育期與氣候變化之水分與肥培管理注意事項

芒果採收後約在八月，尚值雨季，新梢萌發容易，但若遇乾旱或雨量不確定，最好備有蓄水池與噴灌設施，適當水分補給促成抽梢目的。新梢萌發，需大量水分與養分，為使新梢在開花前抽達二節梢且是成熟養分飽滿之新梢，**宜盡速在芒果採收、修剪後施第一次肥（基肥）**。

十月後進入冬季後氣溫低、雨水少，應停止灌溉以促進枝梢成熟，並防止繼續抽梢，以促成花芽分化。隔年立春以後（約二至三月）或一月至四月間**開花萌芽與著果期**，這段時間，最忌寒流來襲及下雨（影響授粉與著果率)，至**幼果期**（生理落果及疏果後) **與果實生長期**，皆需大量水分與養分，若尚值乾旱，土壤水分缺乏時，宜人工灌溉兼施肥以確保果粒發育成長。

芒果**成熟期（採收前約一個月）**則無需太多水分，以免果實著色不良（因土壤水分過多，易造成後期氮吸收過量，果實有回青之虞)。為預防果實著色不良(回青現象)，在果實採收前一個半月宜用高磷、鉀肥灌施或葉面噴施處理。

圖 1. 愛文芒果於成熟期，吸收氮肥過多有回青 (著色不良) 現象發生(左)。

圖 2. 結果期乾旱高溫著果數少，又著果期至幼果期抽新梢致影響品質。

水分管理作業對作**芒果**物產量及農產品品質影響很大。灌水的分佈面積應擴及樹冠覆蓋的地面，且應避免噴及葉片或果實，避免感染病害。開花及著果期，必須有充足的水分，否則會有落花及果實結成量低等問題，果實後期應減少水分供應，大雨會造成甜度降低與回青而影響品質。生長停止期或休眠期應停止供水，否則會造成徒長，影響次年之收成。

缺水著果不易

噴灌設施提高肥料吸收效率

滴灌給水

圖 3. 芒果的水分管理

四、栽植密度與目標或預期產量

種植之初應妥善規劃果園聯外道路與園內作業道路。注意地形與坡度，北面坡日照較少，或者坡度太陡土壤易流失，應儘量避免種植。建園前先構築排水系統，以等

高線構築山邊溝與定植樹苗，以減少土壤沖蝕，並可便利操作。

芒果栽植的行株距依品種而不同，愛文、凱特、海頓等以 5×4 公尺 (每公頃植500株)，金煌因植株較為高大，行株距為 5×5 公尺 (每公頃 400 株)，或採 6×5 公尺 (每公頃333 株)；行株距可依栽培地點與個人的管理技巧而異，但基本原則是使每一植株有足夠的生長空間，並易於管理操作。

整枝的方式大都採自然開心型，但因芒果植株枝梢生長無定時、定位、定型，定植後只需順勢誘導，不需整成特定樹形，只要讓每一主枝、枝梢向陽、通風及樹型矮化管理作業方便即可。愛文到達結實樹齡平均每株生產芒果可達60公斤以上，但仍須依據樹齡及植株狀況適度疏果，以確保果實品質。

五、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 土壤養分需求與各種養分之生育功能

氮肥主要提供作物營養生長所需，以新稍葉片濃度含量約 8-9 g/kg，而成熟葉約12- 15 g/kg。

磷肥可促進作物花芽分化，一般磷肥多做基肥施用，及在催花前配合環剝等耕作處理，以促進花芽分化，以達催花之功效。由於強酸性土壤磷肥易被固定加上磷肥本身的移動性慢，因此，作物如何達到磷的有效利用，可提昇土壤 pH 至 5.5-7.5 之間，以及於營養生長期土壤保持濕潤，並可將磷肥施入土壤根群生長之深度，均可提高磷肥利用率。

鉀可協助作物醣類及蛋白質形成，具有調節水分與酵素活動等功能，且鉀肥適量施用可提高果實甜度及色澤。在果實生育後期適量施用鉀肥，則有利於果實可溶性固形物 (糖類) 的累積。鉀濃度在開花前後之生長期葉部濃度約 3.2-6.0 g/kg 之間。

此外，大量要素中，鈣能增進細胞組織之強度，植體缺鈣時易導致裂果以及一些生理障礙。高、屏地區芒果栽植的區域多屬強酸性土壤，鈣普遍偏低，因此，應施用含鈣資材以補充鈣質，施用鈣肥一方面可減低對於氮的過度吸收，並可增進細胞組織的強度，增加果實脆度及糖度。一般含鈣資材有石灰、矽酸爐渣、鈣鎂肥等，一般葉部鈣濃度約 11- 17 g/kg 之間。

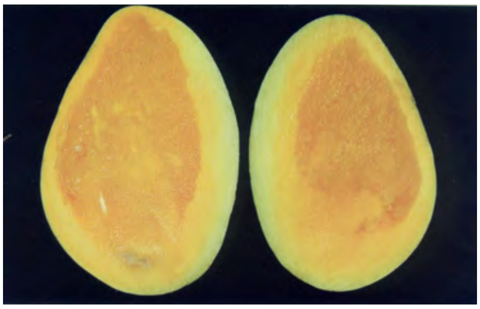
(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙介紹

1. 營養要素管理

   土壤氮肥過多時，容易造成植株徒長，影響開花結果，且於果實生長後期植物體內氮濃度過高，易造成可溶性固形物 (糖類) 較不易累積，花青素較不易形成，影響果實轉色。此外，如金煌芒果對於氮則較為敏感，氮過多易造成果實蒂腐及生理劣變之發生。鈣的缺乏在芒果中初期並不易發現，但在果實採收期階段，容易發生在果實腹部正中央，外表有較軟爛之現象，而使果品失去商品價值。

2. **鈣肥補充**

   預防果實劣變，可增強芒果冷藏貯存性。補充時機--開花前，結小果，果肥大初期。石灰與苦土因水溶效率差，鈣肥有效性差。氯化鈣 ($CaCl_2$) 水溶解性高，有效性高，速效性，但易因雨水洗流失。每 0.1 公頃 1-2 包 (25-50 公斤) 氯化鈣澆灌土壤五次。


金煌芒果缺鈣，果肉易劣變

凱特芒果缺鈣，果肉劣變情形

圖 4. 芒果缺鈣果肉徵狀

3. 硼肥補充

芒果之微量要素問題為硼，硼缺乏易有畸形果之發展，通常可發生於 pH 值太高或太低之黏板岩沖積土或紅壤，粗質地砂土與石礫地，及氣候乾旱特殊或栽種需硼較多的植物時，易有缺硼發生。其徵狀為裂果、塊斑、畸形果、果實內部出現褐色硬斑、或水浸狀褐斑，有時則為中心空洞之黑斑，或脫水呈海綿狀。改善方法為土壤施用硼酸或硼砂 3-5 公斤/ 0.1 公頃 /年，或葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸或硼砂 1,000 倍，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公斤，每隔十天一次，共二至三次，不可過量施用以免引起毒害，造成芒果葉緣燒焦（肥傷）或提早落果。

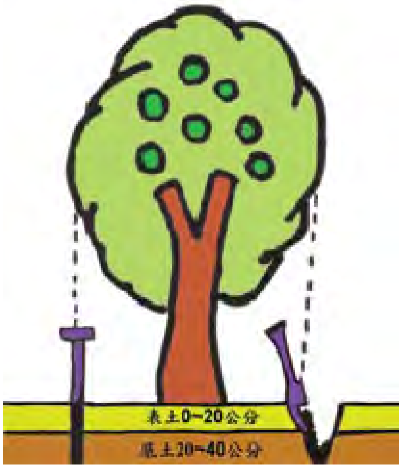
圖 5. 愛文芒果缺硼劣變

(三) 土壤與葉片採樣方法

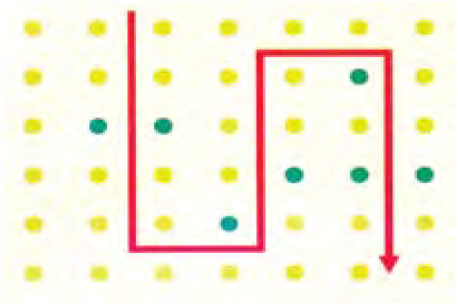
可於定植與施肥前 2-3 週，先行將土壤採樣，寄或親送至各地區改良場土壤肥料研究室，進行土壤肥力檢測。經由科學儀器檢測，可瞭解耕作土壤之理化性質，再藉由改良場專業人員，依據土壤肥力檢測報告進行施肥推薦，如此才能有效進行合理施肥。

葉片可於植株開花前夕進行成熟葉片採樣，葉片採樣位置則從頂葉往下算起，東西南北向選擇第四或第五片葉進行採樣，共約 20 片葉子。健康植株及植株生長不佳之植體葉片應分開採樣，並註明正常或異常植株，以利植物營養診斷之分析比較。

定期為芒果園土壤及植體做健康檢查（約每二至三年一次）



土壤採樣部位與深度，樹冠直下部位，依 0-20 公分與 20-40 公分，二個位置分層採土



循 U 字形路徑逢機採取葉片與土壤

葉片採樣部位為開花枝第四或第五葉

圖 6. 芒果之土壤與葉片採樣方法示意圖

1. 芒果園**土壤採樣**時期為芒果採收後，約七月下旬至八月下旬，每包樣品量約一台斤（600 公克）。
2. 採土樣時，請先準備兩個容器（塑膠筒即可），容器上分別標明 0-20 公分（表土），20-40 公分（底土），在樹冠外圍直下採土，先將土表雜草拔除，然後，以圓鍬或鋤頭依 0-20 公分、20-40 公分兩個深度分別採土（如圖所示），分別盛於兩個容器內，每塊地（一個樣品）至少採取五點，按採樣深度分別裝入兩個容器，再分別混合而成兩個樣品。每個樣品混合均勻後取約 600 公克，分別裝入標有深度、姓名、住址、地段地號及品種塑膠袋內。
3. 葉片採樣時期為芒果盛花期（即植株有一半以上枝條長出花穗時），約每年二至三月間，每包樣品量約 40-50 葉片。
4. **葉片採樣**部位，以花穗為指標，採取花穗下第四或第五葉（其中一葉即可）並依東西南北各採一片，每園約採 10-12 株，共 40-50 片葉。將所採葉片先以自來水沖洗乾後裝入塑膠袋中，並在袋上標明姓名、住址、地段地號及品種，盡速送至改良場分析，若不克當天送樣，請將樣品暫存於冰箱冷藏之，但不要超過三天。

(四) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

1. 台南地區芒果土壤中各種元素之適宜濃度範圍

pH (1:1)	EC (1:5) dS/m	有機質 g/kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
			----------------------	-mg/kg-	----------------------	
5.5~7.5	< 0.6	> 30.0	20-100	80-180	570-1145	48-97

註：有效性鉀在砂質土壤必須＞80 mg/kg，而在粘性土壤則在 100-180 mg/kg。

2. 高屏地區芒果土壤肥力推薦表

pH (1:1)	EC (1:5) dS/m	有機質 g/kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	交換性鐵	交換性錳	交換性銅	交換性鋅
			----------	----------	-mg/kg-	----------	----------	----------	----------	----------
5.5-7.5	0.2-0.6	> 20	50-150	80-200	1,000-3,000	80-250	50-300	30-140	10-20	10-25

註：有效性磷=Bray No.1; 有效性鉀、鈣及鎂使用雙酸法 （0.1 N 鹽酸 ＋0.1 N 硫酸抽出），鐵、錳、銅及鋅使用 0.1N 鹽酸抽出。

3. 台南地區芒果葉片各種元素之適宜及過量濃度範

要素別	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅	硼
	----------	----------	g /kg	----------	----------	----------	----------	mg/kg	----------	----------
適宜	22-25.5	1.2-1.8	14-17	25-45	2.6-5.0	60-120	25-200	5-16	25-100	25-150
過量	> 3.5	> 0.30	> 2.3	> 6.0	> 1.0	> 250	> 300	> 50	> 200	> 200

此外，依據民國 102～104 年調查高屏地區枋寮、枋山及獅子地區愛文芒果每月植體葉片營養進行年平均統計，結果如下表所示。下表所示田區狀況，均為管理良好之田區。

4. 高屏地區愛文芒果重要產區葉片養分濃度變化

葉片養分濃度										
氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅	鈉	硼
----------	----------	g /kg	----------	----------	----------	----------	mg/kg	----------	----------	----------
枋寮地區愛文芒果葉片養分濃度（樹齡 6-8 年）										
20.6-21.9	1.3-1.6	6.7-7.4	14.9-15.3	0.9-1.2	230-296	53-54	12.8-13.6	19.8-20.3	340-373	24.0-29.3
枋山地區愛文芒果葉片養分濃度（樹齡 20 年以上）										
25.0-25.6	1.5-1.7	10.2-10.5	18.6-21.1	2.4-2.9	73-157	60-74	9.4-21.9	61-66	731-774	41.0-48.5
獅子地區愛文芒果葉片養分濃度（樹齡 15 年以上）										
24.0-24.6	1.3-1.6	10.1-10.7	15.3-16.4	2.6-2.8	242-248	71.0-74.3	24.5-42.8	22.5-26.8	508-552	25.8-30.3

六、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

(一) 優質芒果栽培曆及管理作業流程

月份	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
栽培作業											採收	
	修剪				修剪			修剪			修剪	
	施肥				飼放授粉昆蟲			施肥				
	病蟲害管理				病蟲害管理			病蟲害管理				
		(灌溉)					灌溉		灌溉			
								疏果				

(二) 依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦

1. 土壤酸鹼值 (pH)

酸性土壤 pH 4.5-5.0 甚至 4.0 以下，土壤交換性鈣與鎂含量不足，分別為 300-800 mg/kg 及 40-50 mg/kg。應施石灰改良土壤。芒果雖然不似蜜棗、葡萄與柑桔等對鎂敏感 (影響品質)，補充預防性施肥改善缺鎂，施用硫酸鎂優於苦土石灰，硫酸鎂 ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 含有 18 % MgO，苦土石灰則有 18-20 % MgO，含量稍高，但苦土石灰溶解度低，硫酸鎂為水溶性，易溶出鎂，所需水量少。配合噴水管路 3-4 噸/公頃 $MgSO_4$ 效果相當 9 噸/公頃苦土石灰。

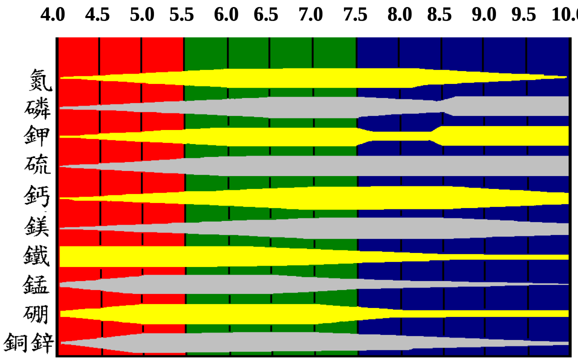


圖 7. 土壤反應與植物養分要素有效性關係

芒果對土壤酸鹼度適應性甚廣（pH ＝ 5.6- 8.5），但欲生產優質芒果，適合之酸鹼度 (pH 值) 以微酸至微鹼性土壤為宜（pH ＝ 6.0- 8.0）。原因可從泥岩所生產高品質果實看出，因泥岩含鈣量甚高（交換性鈣約 2,000-5,000 mg/kg），較一般酸性土壤高約二倍以上；因此，種植在酸性土壤之芒果（pH < 6.0），應進行酸鹼度改

良，一般以鹼性資材做為改良劑，例如苦土石灰、蚵殼粉、鎂鈣肥、鎂綠素等石灰性資材。用量則需視土壤反應（pH 值）而定，一般土壤 pH < 6.0 時即可施用，每 0.1 公頃約 100- 200 公斤，唯施用時要盡量與土壤混合，施用方法有條施（平地）、穴施（山坡地）效果較佳，亦可部分撒施，但最好配合有機質肥料一併施用或除草時覆蓋效果會更好。至於化學肥料則不可與酸土改良劑混合施用，必須分開不同時施用。

2. 山坡地土壤管理與土壤有機質管理

土壤有機質含量20-30 g/kg 足可，10 g/kg以下石礫地或極砂土，保水保肥力很差，應施用氮不高於20 g/kg，非豆粕類但纖維質及有機碳含量較高或C/N較高之有機質資材，或以含有機質之複合肥料取代部分化學複合肥料，改善土壤理化性質。有機肥的施用一直是果樹經營中一項極為重要的管理作業，近年來隨著果樹栽培技術的進步，及對環境生態保護意識的覺醒，有機質肥料的使用越來越普遍也受到重視。

維持適當之土壤有機質含量除大量施用有機質材質外，另外，實施草生栽培覆(covering) 與敷蓋 (mulching)。利用殘枝落葉或稻草或刈割之雜草等敷蓋樹冠下周圍，可減少水分的蒸發與適度維持土壤有機質含量。同時可收避免與打破土壤結皮之功效，結皮之現象為土表因裸耕或清耕不留草，復因大雨滴襲打及淹灌，細小土坋粒 (silt) 漂浮淹塞土壤孔隙，形成表土結皮或硬皮阻礙肥料與水分於土壤之縱向的通透性。土壤有機質管理目的為改善土壤物理性質，增進肥料與水分於土壤之縱向的通透性，減少橫向流失。調查台南地區芒果園土壤有機質含量在20 g/kg以下者約佔三分之二以上，證明一般果農對有機質肥料的施用較不重視，應多施有機質肥料外，草生栽培亦是增加土壤有機質及防止土壤流失的好方法。

芒果果園多數位於山坡地，應注重草生栽培及施肥的有效性。根據果園土壤特性調節肥料的施用，提高肥料之利用效率，避免施肥不當造成土壤酸化、鹽化及水源環境污染等問題。在合理化施肥措施上提供土壤肥力檢測與葉片分析，建議肥料施用量、施用時機，改善施肥方式，例如深層施肥，以減少山坡地果園肥力流失、提高施肥效率。

在高屏地區重要愛文芒果上述三個產區中，自2013-2015年間每進行愛文芒果田間土壤取樣發現，以枋寮地區6-8年生愛文芒果田間土壤質地為壤土，pH變化觀察，依季節不同為4.26-7.42，土壤有機質含量亦隨施肥作業調整而有變化在13.7 -30.6 g/kg；枋山地區20年生以上樹齡之田間土壤為壤質砂土，pH變化則為6.07- 7.51之間，土壤有機質變化則為8.4- 24.4 g/kg；獅子地區為砂質壤土樹齡15年生以上之田間土壤pH變化則為4.13- 6.22之間，有機質含量變化為17.8- 38.3 g/kg。顯示土壤pH及有機質含量變化情形，會隨季節、雨量及施肥情況而有變化。此外，在上述三個區域中，進行田間草生栽培及裸露地之比較，三個地區均顯示出草生栽培可提高土壤有機質含量。

坡地果園養分與水分易流失

不當施肥

深層施肥－打孔

以鑽孔機穴施基肥，肥效佳

芒果園草生栽培

除化學肥料外，有機質肥料與酸性土壤改良資材深層施肥，促進肥效。

圖 8. 芒果之栽培與施肥方式示意圖

3. 大量要素氮-磷-鉀之養分管理

土壤分析結果經常顯見土壤 Bray-1 磷含量過高，乃因果園磷肥已充足且易被土壤膠體固定，而葉片植體分析結果顯示磷含量僅及氮與鉀之 1/15 至 1/20，樹勢生育表現之葉片厚薄，面積大小，葉色深淺與枝條節間大小，主要受氮與鉀吸收比率之影響與調節，所以生育時期施肥宜適度調控氮與鉀肥之比率，磷肥只要適量足夠即可，無需強調氮磷比率或磷鉀比率。配合生育時期與氣候調整之肥培，(1) 肥料量依據氣候、果樹各生育期、生育特性、肥力監控而給予不同比率氮鉀肥；(2) 使用之肥料種類與搭配均單純與容易 (5 號複肥或 43 號複肥，氯化鉀，過磷酸鈣)；(3) 配合水分管理之撒施方法，不僅有機動之優勢，且施工操作容易與省工。

果粒欲大且風味濃厚具有高量甜酸度，不能只靠氮肥或者是某一種配方肥料。不同的每一生長階段，甚至不同的日照雨水溫度等天氣，氮與鉀需要調節適當的比例。如**採收後**利用尚未落葉剩餘之葉片光合作用，大量供給磷與鉀肥於土壤，蓄積

枝條養分，期翌年花芽飽滿，**萌芽始花後**以簡易噴灌管路行有效根域水分管理；萌芽開花期需較高比率氮肥，生產足量之枝條與葉面積；**小果期**需要很高的氮鉀比，促進粒頭膨大，**中果期後至轉色採收**漸漸要提高鉀肥，降低氮鉀比提高品質風味。天氣炎熱，土壤內如果殘存氮不少 (例如有機質肥料之氮還未分解釋放)，中果期後遇雨水恐怕大量吸收，致使徒長梢旺盛，旺葉不旺果，枝條徒長等不利芒果果實品質。**天氣炎熱，鉀肥比例**要增大以平衡氮的吸收效率。**冬末初春枝葉生長期遇天氣涼冷，氮磷肥**比例要稍為提高，彌補氣溫低較差的吸收效率。春夏遇大雨，隨時補充大雨水流失之肥分。

4. 次量與微量元素營養管理推薦

鈣肥補充可預防果實劣變，可增強芒果冷藏貯存性。補充時機--開花前、結小果及果肥大初期。石灰與苦土因水溶性低，鈣有效性差。氯化鈣水溶解性高，有效性高，速效性，但易因雨水洗流失。每 0.1 公頃 1-2 包 (25-50 公斤) 氯化鈣澆灌土壤五次。芒果之**微量要素問題為**硼，硼缺乏易有畸形果之形成，通常發生於 pH 值太高或太低之黏板岩沖積土或紅壤，粗質地砂土與石礫地，及氣候**乾旱**特殊或栽種需硼較多的植物時。改善方法為土壤施用硼酸或硼砂 3-5 公斤/ 0.1 公頃 /年，或葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸或硼砂 1,000 倍，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公斤。連續約三至五次。

高屏地區芒果生育期及施肥時期作業曆，如圖 9 所示。依各地區氣候及芒果栽種品種不同，生育期及進行施肥月份，前後稍有差距。

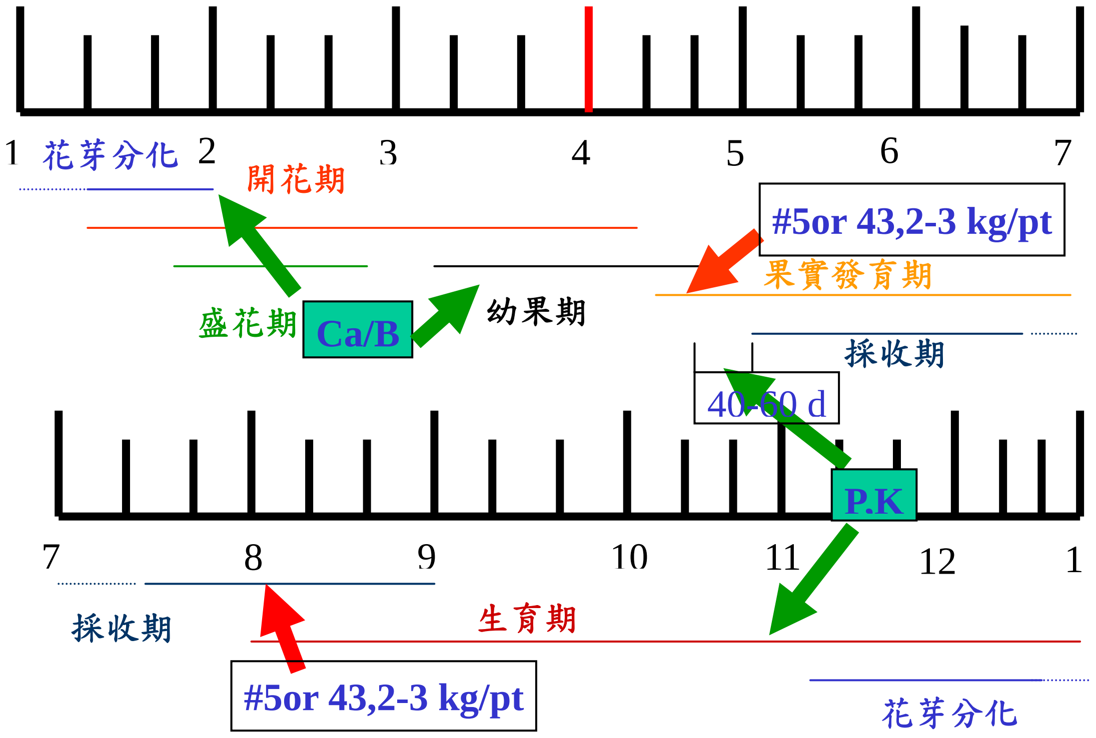


圖 9. 高屏地區芒果生育及施肥作業曆

芒果在果實採收後之生育初期，及開花結果後之幼果期，可依樹齡大小及植株生長狀況，土壤適量施以 5 號或 43 號複合肥料，

另外，枝梢營養生長完成第二次梢生長完成後，即可依植株健壯程度，使用磷酸一鉀（俗稱高磷鉀）以 800- 1000 倍水稀釋，進行**葉面施用**，以利第三次梢生長及誘導後續花芽分化，

於採收前 60- 40 天，亦可利用**高磷鉀肥葉面施用**（稀釋水 500-1,000 倍，越接近採收期稀釋倍數越低），以促進可溶性固形物 (醣類) 累積，及幫助果實轉色。

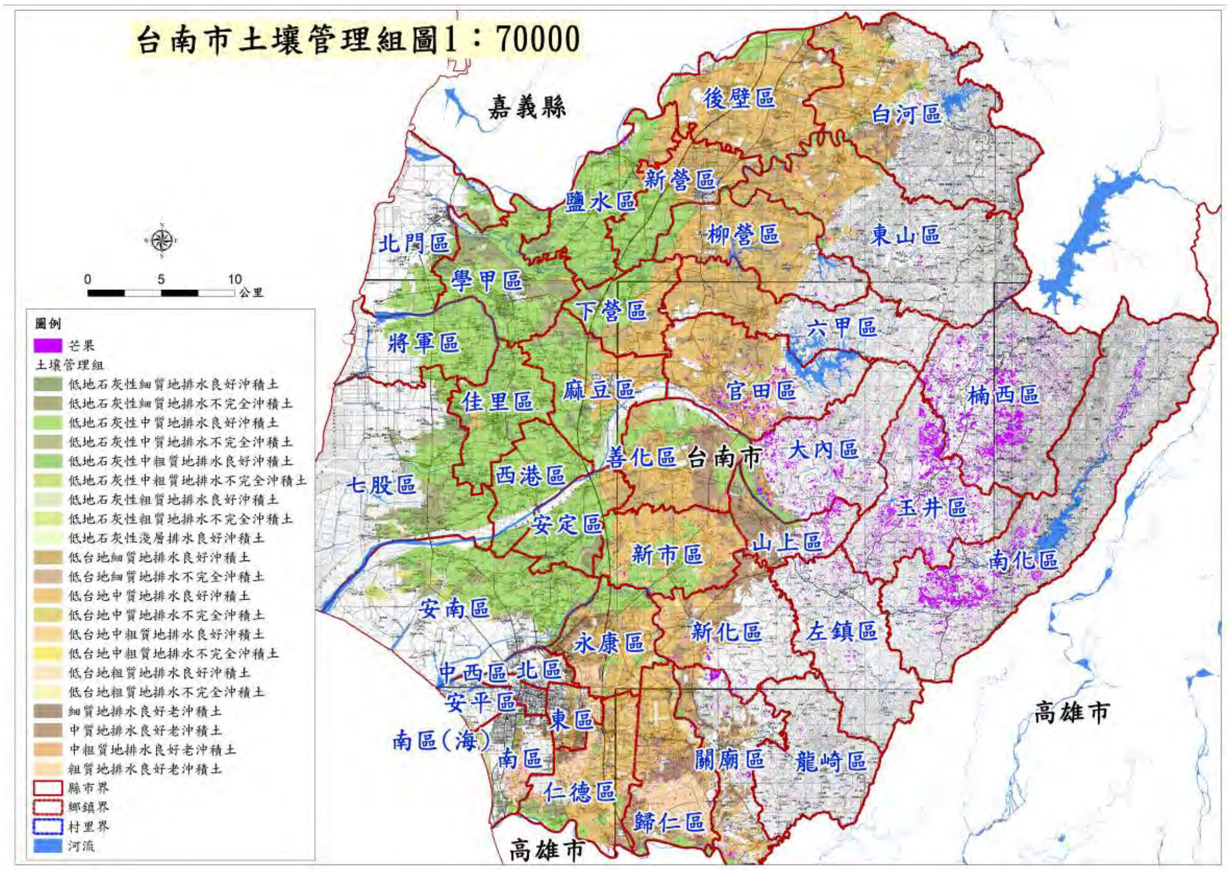
此外，在花芽後期至盛花期前，可於植株**葉面噴施氯化鈣或磷酸一鈣**（稀釋水 300 倍）及硼砂（稀釋水 400 倍）或硼酸（稀釋水 1,000 倍）一次，以利開花授粉，並於授粉後之幼果期，依據前述倍數及方式噴施一至二次，避免果實裂果發生。

此外，在果實發育中後期，以愛文芒果為例，若果實轉色不佳，將可使用硫酸錳稀釋水 500 倍，進行**葉面噴施**一至二次，將有利於果實進行轉色。

七、產地土壤母質與理化性質

(一) 產地縣市土壤管理組圖與理化性質介紹

台南市芒果的產量約佔全台一半以上，高達 119,611 噸其中又以南化、玉井、楠西、大內、官田、新化、左鎮、山上等區最多。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 10. 臺南市芒果產地分佈與土壤管理組圖

以臺南市玉井區為例，土壤有機質含量大多於 10-20 g/kg，少部份低於 10 g/kg (圖 12)；土壤酸鹼值 (圖 13) 則以強酸性 (pH 5.1-5.5)、中酸性 (pH 5.6-6.0) 與微酸

性 (pH 6.1-6.5) 等居多，中性土 (pH 6.6- 7.3) 次之；僅少部份屬極強酸性土 (pH 4.5-5.0)，土壤管理方式則以增加土壤有機質含量與提昇土壤酸鹼值為首要。

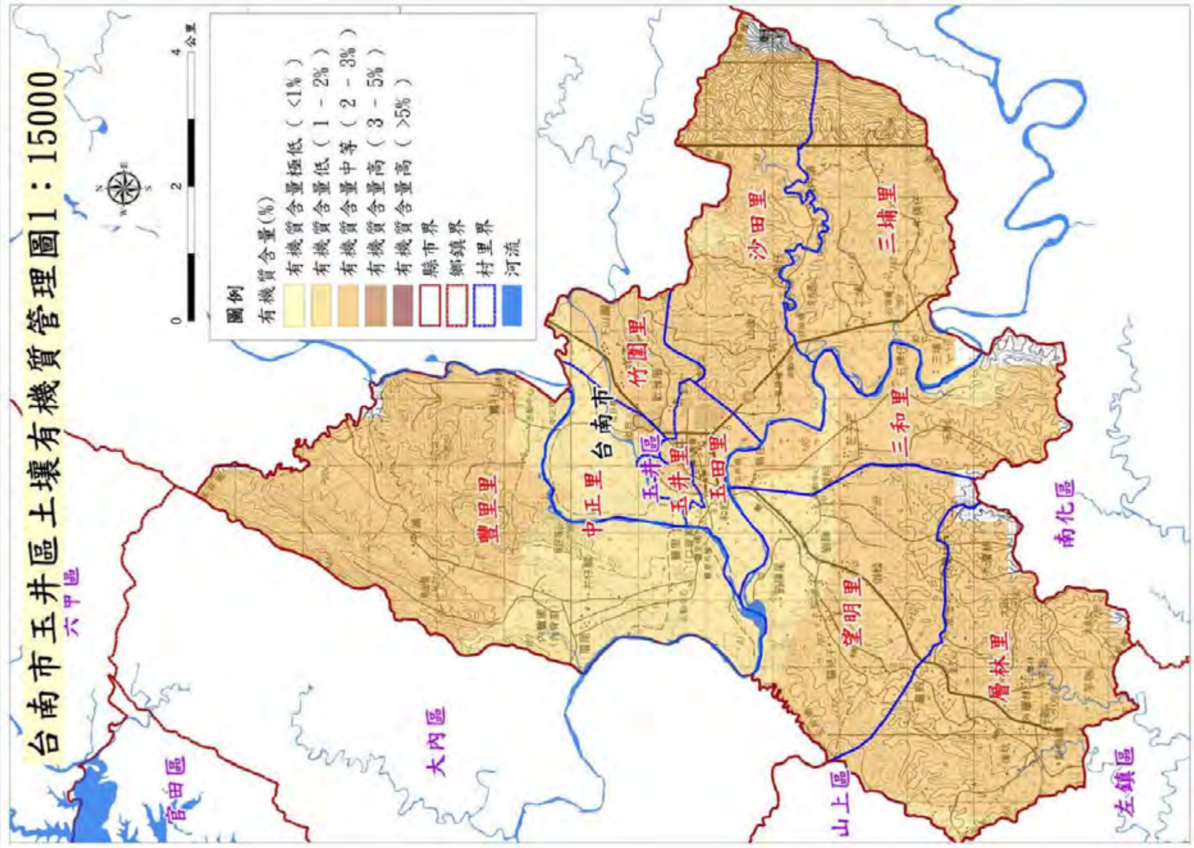


圖 11. 臺南市玉井區土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

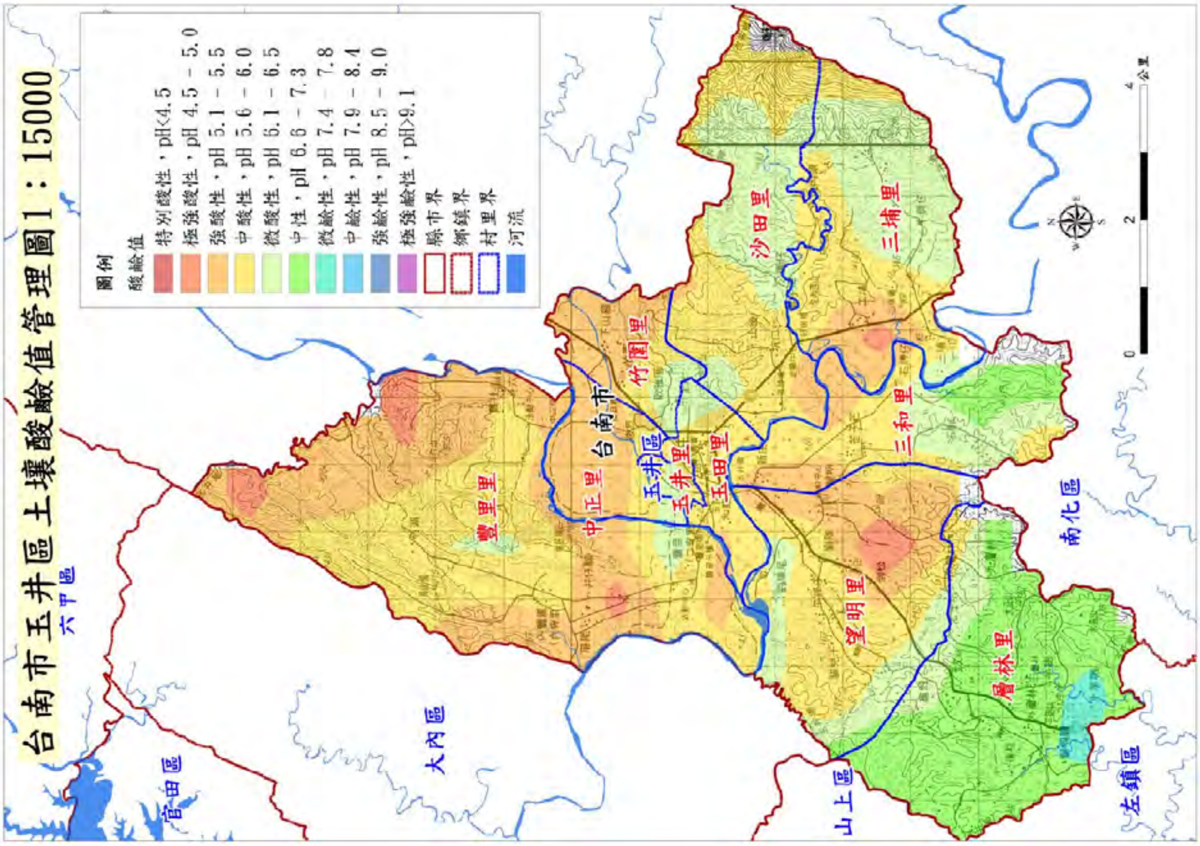
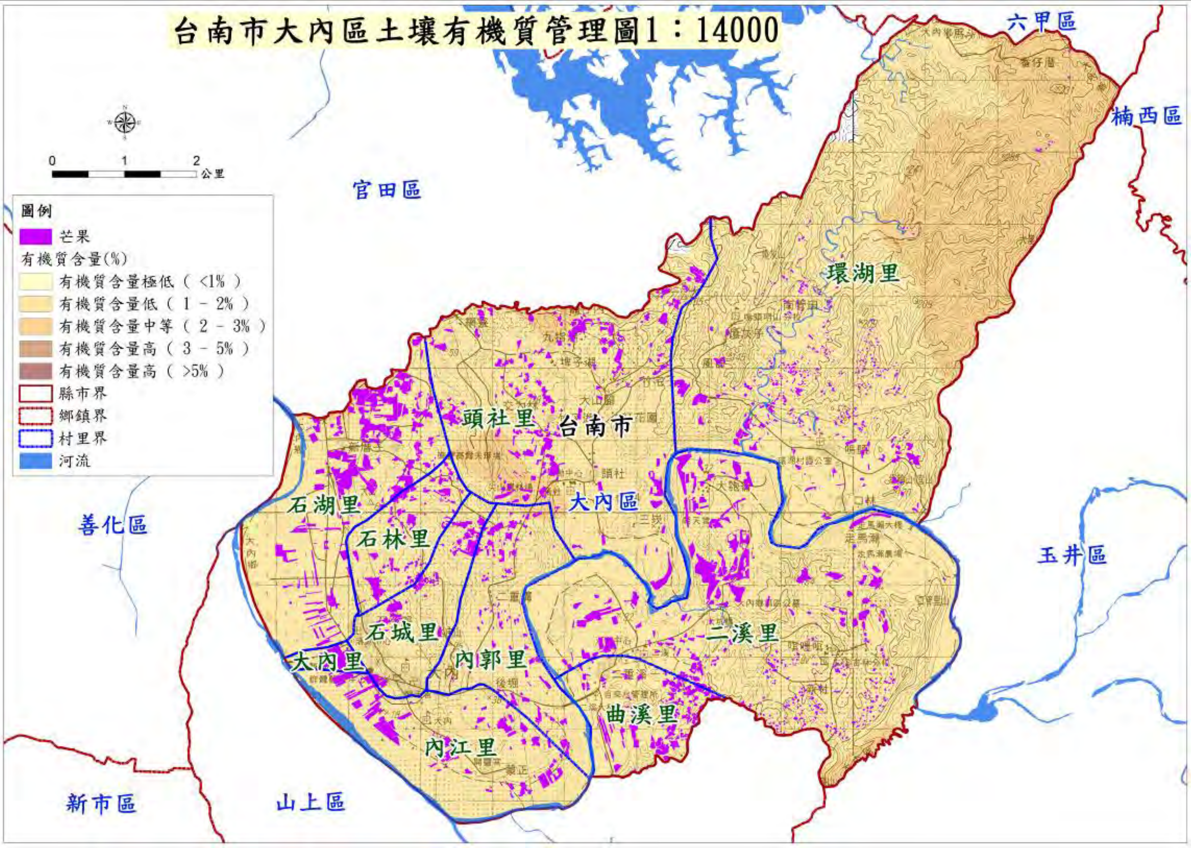
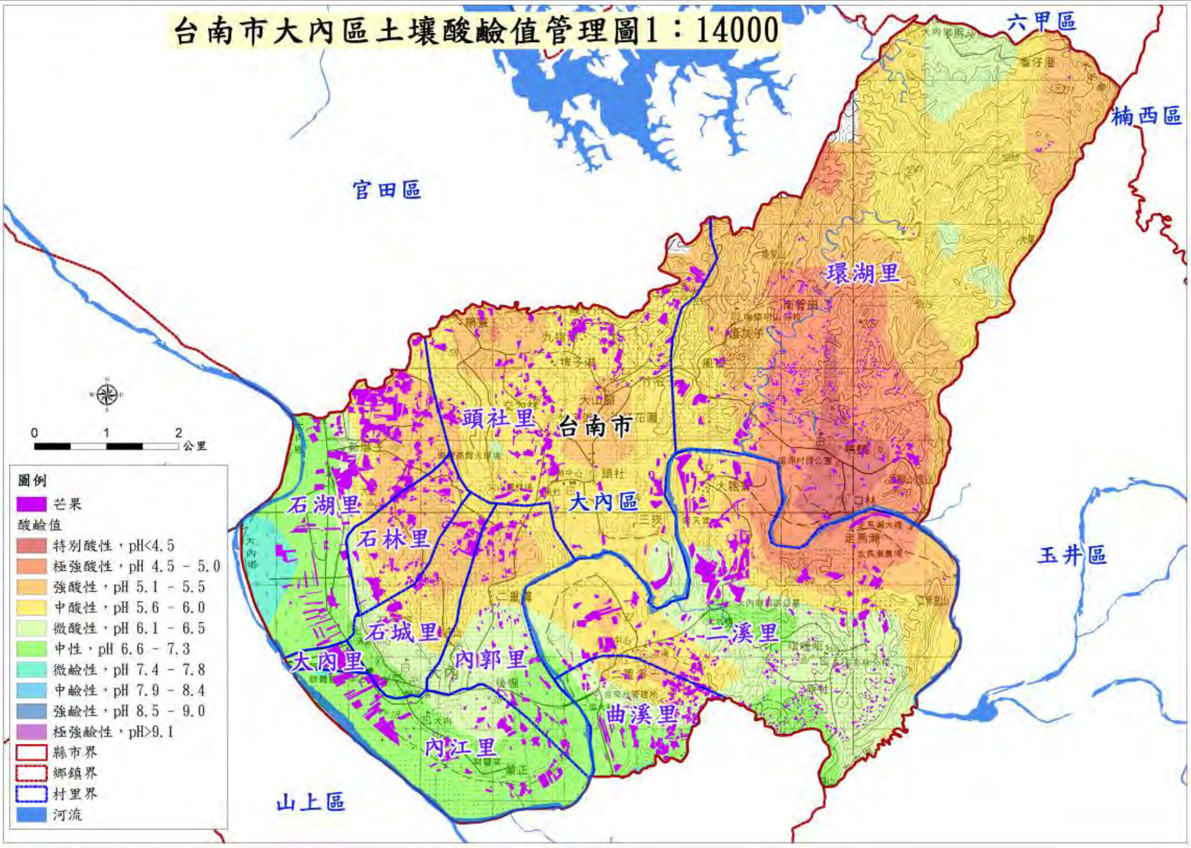


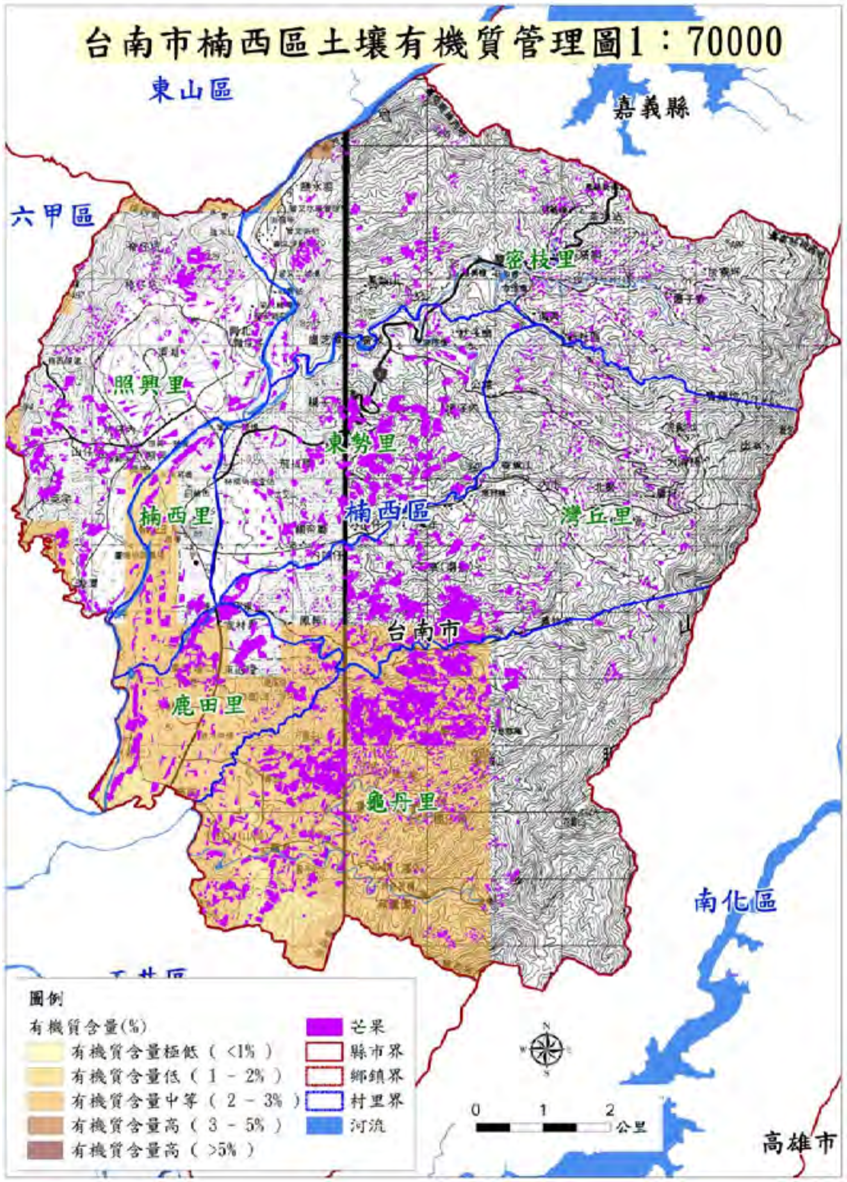
圖12. 台南市玉井區土壤酸鹼值管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖





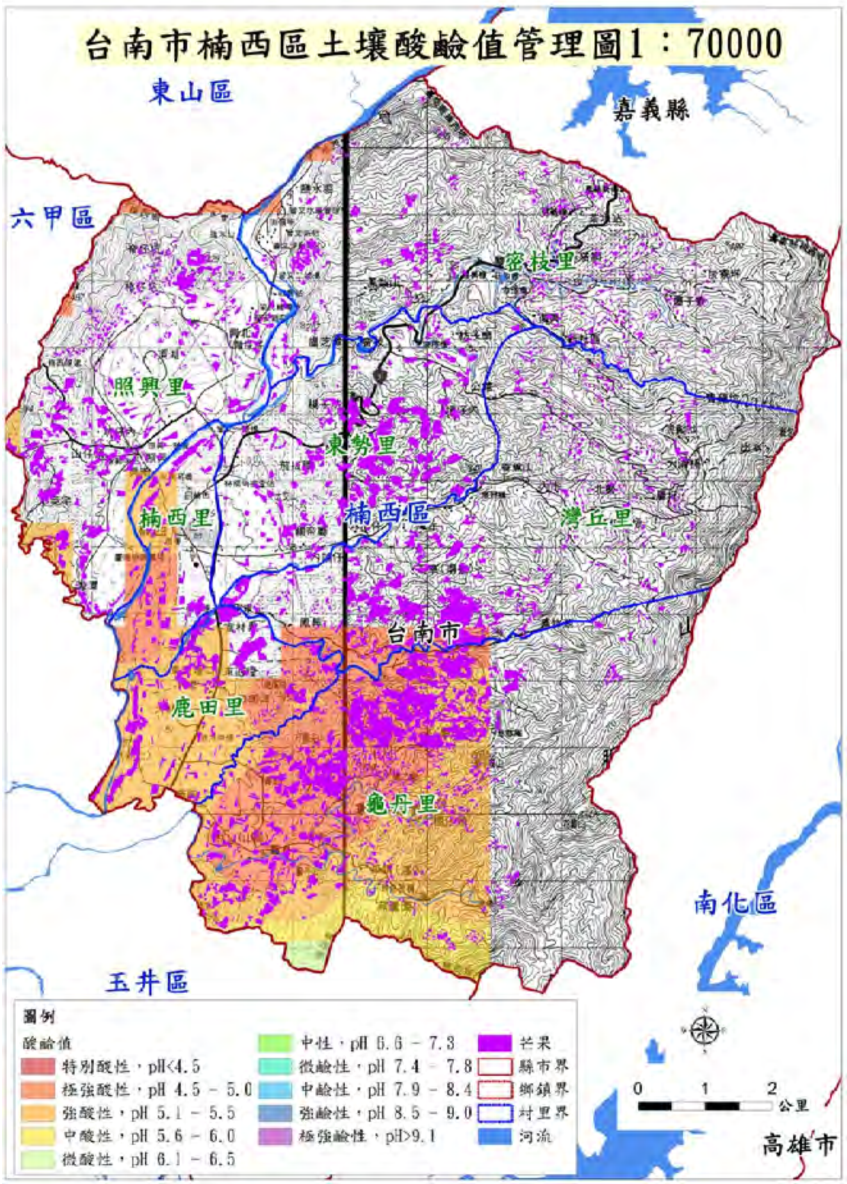
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖13. 台南市大內區土壤有機質（上）與酸鹼值（下）管理圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 14. 台南市楠西區土壤有機質管理圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 15. 台南市楠西區土壤酸鹼值管理圖

八、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦 (通用原則性的)

-----主要且大體之推薦

(一) 芒果園的合理化施肥要領

芒果之施肥量應考慮樹齡、當年結果量、樹體的營養、土壤肥力、品種等因素進行調整，因此，芒果施肥量是依株齡而施用，幼樹植株尚在成長，株形尚未固定，肥料應顧及全盤性與平均性的生長，故可施用 43 號複肥 (15-15-15-4)；當種植五年後進入成樹量產階段，每果園地形，行株距不同，加上植株矮化因素，同樣樹齡的植株不同大小，因此，果園的施肥以當年結果量或目標產量為依據。基本上，產量每增加 15 公斤，則每株增加 5 號複肥 (16-8-12) 300 公克的施肥量。但仍須參考土壤檢測或葉片分析資料而加以修正。

芒果三要素年推荐量（公克／株／年）

樹齡或產量		三要素用量			換算台肥複合肥料	
		氮	磷酐	氧化鉀		
幼樹	一～三年生	75	75	75	四十三號	500
	五年生	150	150	150		1,000
成樹	30 公斤/株	250	125	188	五號	1,563
	45 公斤/株	300	150	225		1,875
	60 公斤/株	350	175	263		2,188

註：(1) 配合施用堆肥每株 20- 30 公斤下施用。

(2) 坡地、砂質地或礫質地等肥分易流失的土壤，施肥量宜增加 30-40 %，保肥力較佳之黏質壤土，可酌量減施 20-30%。

(3) 草生栽培園，在草生相尚未完全建立之初必須增施氮肥 20- 30%，以培養草相；當草相已完成者則可減少 20- 30%。

以 600 株/公頃計產量 27,000-36,000 公斤/公頃估算，
氮-磷酐-氧化鉀施用量為 180-210---90-105--135-158 公斤/公頃。

(二) 施肥時間與分配量

施肥時期以成樹為基準，大致分兩次施肥，採收後施用基肥與著果期施追肥，其三要素分配比率基肥、追肥各為 50%。

施肥時期及分配率 (%)

肥 料 別	基肥（採收後）	追肥（果房拇指大）
氮　肥	50	50
磷　肥	50	50
鉀　肥	50	50

(三) 施肥方法

1. 基肥：將部份化學肥料於採收後以條施或環施方式與有機質肥料混合施用，埋入土壤約 20 公分深，亦可採用穴施，即用鑽孔機在樹冠下四周鑽 4-6 穴，直徑 15- 20 公分，深 40-50 公分，將調好之肥料施入，坡地果園在穴口坡腳面加高以利用雨水。
2. 追肥：採用撒施或穴施均可。
3. 為提高芒果結果率及補充缺硼地區果園，可於芒果開花（盛花期）至幼果期，噴施水溶性硼或綜合微量元素（約加水稀釋 500 倍），每隔 10 天一次，共二至三次。
4. 在芒果採收前 40- 60 天，宜於噴藥時混合高磷鉀肥（約 500 - 1,000 倍），一方面抑制植株的營養生長，另一方面可促進著色，增加甜度、提高品質。
5. 其他注意事項 ：
   (1) 坡地果園應重視水土保持，加強植被覆蓋，避免土壤沖蝕及養分流失。平地果園地下水位宜低，注意排水。
   (2) 芒果栽植土壤適合之酸鹼度 (pH 值) 介於 5.5- 7.5，pH 值高 7.5 以上之土壤可施用 pH＜7 之有機質肥料或硫酸銨做為氮肥，以逐年降低 pH 值；而 pH 值低於 5.0 以下，則可施用禽畜糞堆肥、石灰或苦土石灰，逐年改善，待土壤 pH 值升至 6.0 或 6.5 後即停止施用。
   (3) 為確保合理化施肥的實施，應至少每一至二年進行一次土壤與葉片營養診斷分析。
   (4) 著果期與果實生長期於土壤缺硼地區果園，可於芒果開花至幼果期噴施水溶性硼（約加水稀釋 500 倍），每隔 10 天一次，共二至三次。
   (5) 芒果採收前 40-60 天，宜於噴藥時混合高磷鉀肥（約 500-1,000 倍），一方面可抑制植株的營養生長，另一方面可促進著色，增加甜度、提高品質。

(四) 常見施肥方式

1. 撒施： 全園撒施，此法宜用在平地果園及追肥時期，若能配合中耕將土壤翻入，效果將更好。
2. 條施： 沿樹冠垂直處在東、西二邊挖兩條直溝將肥料施入後覆土。
3. 環施： 沿樹冠垂直處挖一圓環溝，深 15 公分、寬 20 公分，施放肥料後覆土。
4. 穴施： 可利用簡易鑽孔機，在樹冠四周圍鑽四至六個穴，直徑 15 至 20 公分，深約 40 至 50 公分，然後將調好之肥料（包括有機質肥料）深施入穴，再行覆土，此法不但省工且肥料不易流失，尤適於山坡地施用有機質肥料時採行。但部分芒果山坡地栽種田區屬於富含漂石相（石礫地或雜地）或少數田區為淺層土壤穴施不易，則建議依田間實際情況進行條施或環施。

(五) 葉面肥

葉面肥補充施用方式，如前節所示。

(六) 參考實例或範例

1. 芒果合理化施肥示範輔導

民國 98 年選定芒果合理化施肥示範農戶為南化鄉張銘良農友，曾擔任南化果樹產銷第 52 班班長，目前為山上果菜生產合作社社員，張君從民國 82 年起即配合農改場推行降低芒果產銷成本計畫，所生產芒果品質優，榮獲第二屆台灣珍果嘉年華活動—愛文芒果比賽第三名。

為進行此示範輔導，瞭解果園栽培環境，發現土壤屬泥岩，俗稱青灰岩，下雨泥濘不堪，乾旱則龜裂，無構造可言；這種土壤不但肥力差，保水力也差，水源為南化水庫，惟坡度陡，水不易保持，結果期乾旱高溫抽新梢，影響果實品質，建議改善以滴灌供應水分。示範區依據土壤檢測資料推薦肥料用量，另設農民慣用對照區（表 1），示範區於開花期採取葉片分析瞭解養分吸收情形，建議補充肥料，亦從葉片適度補充養分以提高品質（圖 17）。

本芒果合理施肥示範由於農友十分配合，故成效亦相當不錯，化學肥料減施 25%，植株生育良好，果實產量亦較農民施肥慣用區增加 14.7%，糖度達 14.8 Brix，增加 1.87 Brix，且果實缺鈣發生率降低，收益亦相對增加。

圖 16. 配合葉片檢測分析補充肥料與葉面肥

表 1. 示範農戶施肥量 (克/每株/年)

	合理施肥示範區	農民慣用對照區
有機質肥料	有機質肥料每株 10 公斤	—
氮	480	640
磷酐	240	320
氧化鉀	360	480
化學肥料(總量)	1,080	1,440
比較	75%（-25%）	100%

表 2. 合理化施肥示範區與對照區產量品質及收益比較

	產量 (公斤/公頃)	糖度 (^{O}Brix)	平均價格 (元/公斤)	總收益 (元/公頃)
合理施肥示範區	13,300	14.80	30	399,000
農民慣用對照區	11,600	12.93	30	324,000
比較	+1,700	+1.87	–※	+51,000

※：凱特芒果以外銷日本為主

圖 17. 慣行區植株生育差

圖 18 .示範區植株生育差

2. 臺南區農業改良場 98 年芒果合理化施肥成果報告

芒果採用改良場所推薦之合理化施肥，可以保證：(1) 產量穩定、(2) 穩定果實品質、(3) 節省肥料用量，以下分別說明之。

(1) 產量

玉井芒果合理化施肥產量為 27,500 公斤/公頃與農民慣行施肥法 27,500 公斤/公頃一樣 (如表 3)。

(2) 果實售價

該農戶屬外銷供果園農戶，外銷選果合格品為 90 元/公斤，次級品為 30 元/公斤，今年慣行施肥法與合理化施肥法選果率皆為 40%，未影響果實產量與合格率(如表 3)。

(3) 肥料施用成本

民國 98 年度全國芒果栽培面積 18,750 公頃，以氮、磷酐及氧化鉀計算，採用合理施肥量，氮節省 2812.5 公噸，磷酐節省 1406.25 公噸，氧化鉀節省 2118.75 公噸，合計節省 6337.5 公噸；肥料價格以氮 25 元/公斤，磷酐 25 元/公斤及氧化鉀 20 元/公斤計算，合計節省 147,843.75 千元(表 4)。

(4) 增加收益

經由表 3 計算，合理化施肥每公頃約可增加農民收益 8,000 元。

表 3. 玉井試區芒果合理施肥產量及生產成本結構之比較 (民國 98 年)

三要素肥料量 (公斤/公頃)	產　量 (公斤/公頃)	售價 (元/公頃)	肥料施用成本 (元/公頃)	病蟲害防治成本 (元/公頃)
推薦用量 $N:P_2O_5:K_2O$= 600:300:450	27,500	27,500公斤×40元 = 1,100,000元	肥料: 31,508 人工: 9,600 合計: 48,985	農藥: 110,000 人工: 10,00 合計: 14,700
慣行用量 $N:P_2O_5:K_2O$ =750:375:563	27,500	27,500公斤×40元 =1,100,000元	肥料: 39,385 人工: 9,600 合計: 48,985	農藥: 110,000 人工: 10,00 合計: 14,700
合理化－慣行法	0	0	-7,877	0
合理化施肥每公頃增加收益 7,877 元				

1. 合理化施肥、慣行法施肥芒果平均售價為 90 元 (合格品)×40%＋30 元 (次級品)×60% ＝ 40 元/公斤。
2. 合理化施肥每公頃用量：硫酸銨 600 公斤、過磷酸鈣 300 公斤、氯化鉀 450 公斤。加上 2,000 公斤/公頃的堆肥。
3. 慣行法施肥每公頃用量：硫酸銨 750 公斤、過磷酸鈣 375 公斤、氯化鉀 563 公斤。加上 2,000 公斤/公頃的堆肥。
4. 肥料價格：氮 25 元/公斤、磷酐 25 元/公斤、氧化鉀 20 元/公斤。

表 4. 芒果合理化施肥整體肥料節省用量

地區	三要素肥料量 (公斤/公頃)	98 年 栽培面積 (公頃)	使用推薦量 肥料節省 (公噸)	換算三要素肥料 價格節省 (千元)
台南地區	推薦用量 $N:P_2O_5:K_2O$= 600:300:450 慣行用量 $N:P_2O_5:K_2O$= 750:375:563	8,000	氮: 1200 磷酐: 600 氧化鉀: 904 合計: 2,704	氮: 30,000 磷酐: 15,000 氧化鉀: 22,600 合計: 67,600
台灣地區		18,750	氮: 2,812.5 磷酐: 1,406.25 氧化鉀:2,118.75 合計:6,337.5	氮: 70,312.5 磷酐: 35,156.25 氧化鉀: 42,375 合計: 147,843.75**

** 氮：25 元/公斤，磷酐：25 元/公斤，氧化鉀：20 元/公斤計算。
*** 台南地區包括雲林、嘉義縣 (市)、台南縣 (市)。

3. 坡地果園灌溉技術提昇的研究

芒果的生產會受到**氣候**、**樹體狀況**、**栽培措施**及**病蟲害**等諸多因子的影響，造成品質或產量的不穩定。因此，生產上需要一整合性管理技術，包括品種選用及栽

培技術、肥培管理、田間規劃等栽培管理策略，有效的管制果實品質，並同時達成有效管理病蟲害之發生。

利用人為的方式適當改善樹體樹勢、微氣候及果園環境，如透過水分管理，給予灌溉或排水，才能達成生產既安全又優質的果品。

以民國104年的田間試驗為例，於芒果抽穗、開花、著果、果實急速生長給予適當水分與肥培管理，每株約供應860 - 1,290公斤。試驗資料顯示該地區土壤偏酸，有機質不足，於禮肥施用有機質肥料與苦土石灰，改善土壤理化性，促進養分吸收，提昇果實產量與品質。將施肥次數由推薦二次增加為三次，由葉片分析顯示，葉片要素均較民國103年增加，葉片檢測資料顯示南化試區除磷與鎂濃度外，其餘要素均較農友慣行施肥量處理增加，玉井試區則合理施肥處理均較農友慣行施肥增加；由此可知合理施肥可以促進養分吸收，進而提昇果實產量與品質產量亦增加，顯示**山坡果園施肥調整為少量多次施用，有助於作物營養吸收，促進產量提昇。**產量以合理施肥量加有機質肥料及滴灌處理最高，較農友慣行區增加 22 - 26.2 %，糖度則增加 0.6- 0.7 ^{o}Brix，且合理施肥可降低果實酸度。

第五章　蓮 霧

蓮霧營養診斷與肥培管理推薦資訊

高雄區農業改良場　林永鴻

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

蓮霧 (*Syzygium samarangense* Merr. Et Perry) 屬桃金孃科，赤楠屬之熱帶果樹，是南台灣重要的栽種果樹之一，由於其果色鮮紅討喜、口感清涼且甜中帶酸，為國人喜愛的水果之一。依據 2015 年台灣統計年報，蓮霧栽培面積為 3,849 公頃，年產量 65,775 公噸，主要分布於屏東、高雄、宜蘭及嘉義，其中高屏地區佔全國蓮霧栽培面積約 85%，近年來中部地區亦成為秋季蓮霧的新興產區。

蓮霧為熱帶果樹，生育適溫為 25-30℃，果實發育適溫則為 15-25℃，微涼的季節有利於糖分累積及花青素的合成，然而，於花蕾發育至果實成熟期間，一旦氣溫低於 10℃時常易導致落果及裂果等嚴重寒害現象。為避免低溫造成的傷害，一般可藉由催花時間的調整來改變蓮霧產期。高屏地區冬季少雨、日照充足，屏南沿海地區由於氣溫合宜，土壤質地較為黏重且鹽分含量高，有利於蓮霧果實的著色及糖分累積，因此，冬果生產品質良好。

(二) 土壤條件

蓮霧雖然對土壤條件選擇不嚴苛，砂壤至紅壤，酸性土至鹼性土，水田至坡地均能種植，但以有機質含量高、微酸至微鹼性、土壤偏黏性壤土之土壤環境最適合栽種。

高屏地區蓮霧主要產地位於屏東南部的沿海地區，這些蓮霧栽種地土壤黏性較高，因此，水分管理較為容易，然而，因地多數地區屬排水不完全土壤 (圖 1)，遇連續大雨後則常有多日積水情形，需特別注意排水。

高屏地區產地土壤酸鹼度多屬微鹼性鹽分地 (圖 2)，微酸至微鹼性的土壤，土壤中各種要素的有效性較高，因此，可使蓮霧吸收到均衡的養分，至於鹽分地中的鈉屬有益元素，鈉的存在可幫助鉀肥的吸收，對果實品質的提升有所助益。多數蓮霧栽種地普遍有機質含量較高 (圖 3)，對長期供應養分予蓮霧有其助益之外，也可改善土壤理化性質。

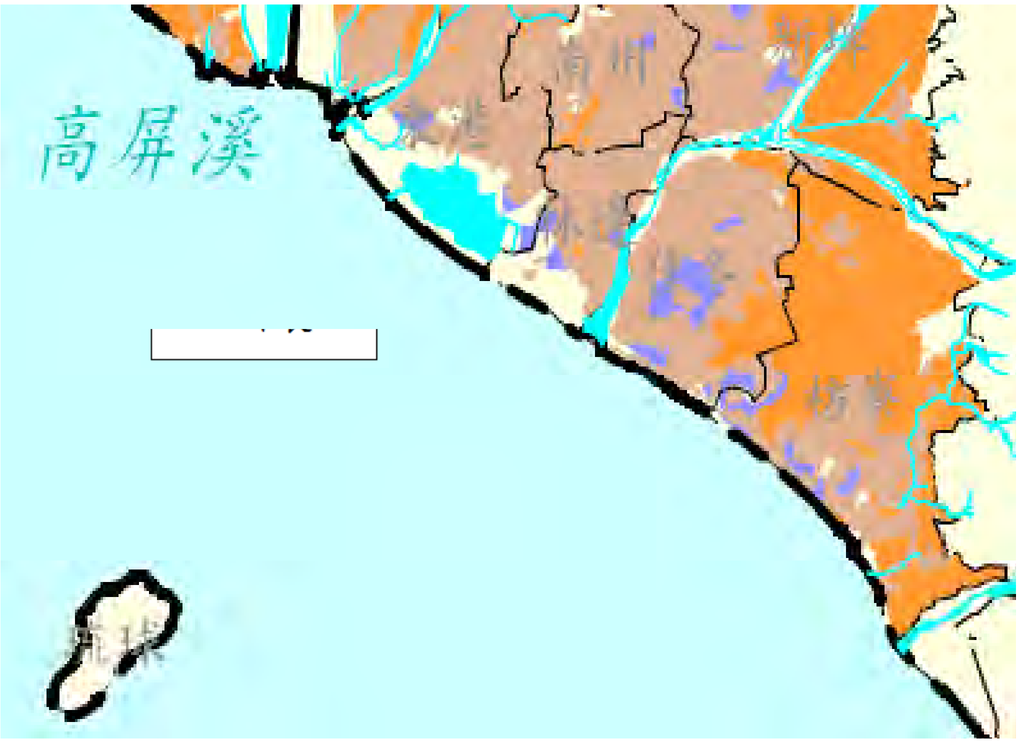


圖 1. 高屏地區蓮霧產地排水情形分布圖

圖 2. 高屏地區蓮霧產地酸鹼度分布圖

圖 3. 高屏地區蓮霧產地土壤有機質含量分布圖

(三) 主要栽培品種及產地分布與產業介紹

圖 4 顯示高屏地區蓮霧主要產地分布，主要分布於屏東沿海地區的林邊鄉、佳冬鄉、東港鎮、枋寮鄉以及無沿海的南州鄉、潮州鎮等地，目前台灣蓮霧主要栽培的品種為南洋粉紅種及大果品系，新興品種有規模生產的品種為泰國種及印尼大果種，四季紅亦有小面積種植。茲介紹品種特性如下：

南洋粉紅種由於其根系強健、較耐淹水及耐高鹽分地，為目前栽培最廣泛的品種，其平均果重為 100-150 公克，高溫期發育之果實裂果率高，因此，較適合生產冬季果，因果實於涼溫環境下成長時，不但果肉較硬而脆，且果色較為深紅。

大果種的平均單果重為 200-250 公克，適合做為禮盒擺設。由於大果種蓮霧根系弱，不耐淹水，栽植於黏重土壤及排水不良地區將影響其生長勢，因此，若能以南洋種為根砧進行大果種的嫁接，則生長較為穩定，也較不致影響其生產。

泰國種果色鮮紅至暗紅色，單果重約 130-200 公克，夏果甜度較其他品種高，且裂果率較粉紅種低，果實轉色也較其他品種早，可溶性固形物高，因此，若要生產夏果，栽種泰國種是不錯的選擇。

印尼大果種顧名思義，由於果形碩大，且有特殊香氣，因此，又名巴掌蓮霧或是香水蓮霧。栽種本品種時每串 3-5 粒對於果重及品質較佳，其平均單果重約 250-350 公克，亦有達 400 公克以上者。

四季紅蓮霧為近年來自東南亞引進者，果形為鐘形，果皮色澤深紅，適合採收春夏果，平均果重約為 110 公克，由於本品種果皮較薄，包裝應避免果皮擦傷。

蓮霧為南台灣重要經濟果樹，也是極具競爭力的果品之一，為能穩定生產高品質

蓮霧，除了栽培品種的選擇外，並應掌握各項栽培管理的適當時機進行操作，另外，做好合理化施肥及病蟲害管理也是重要的。

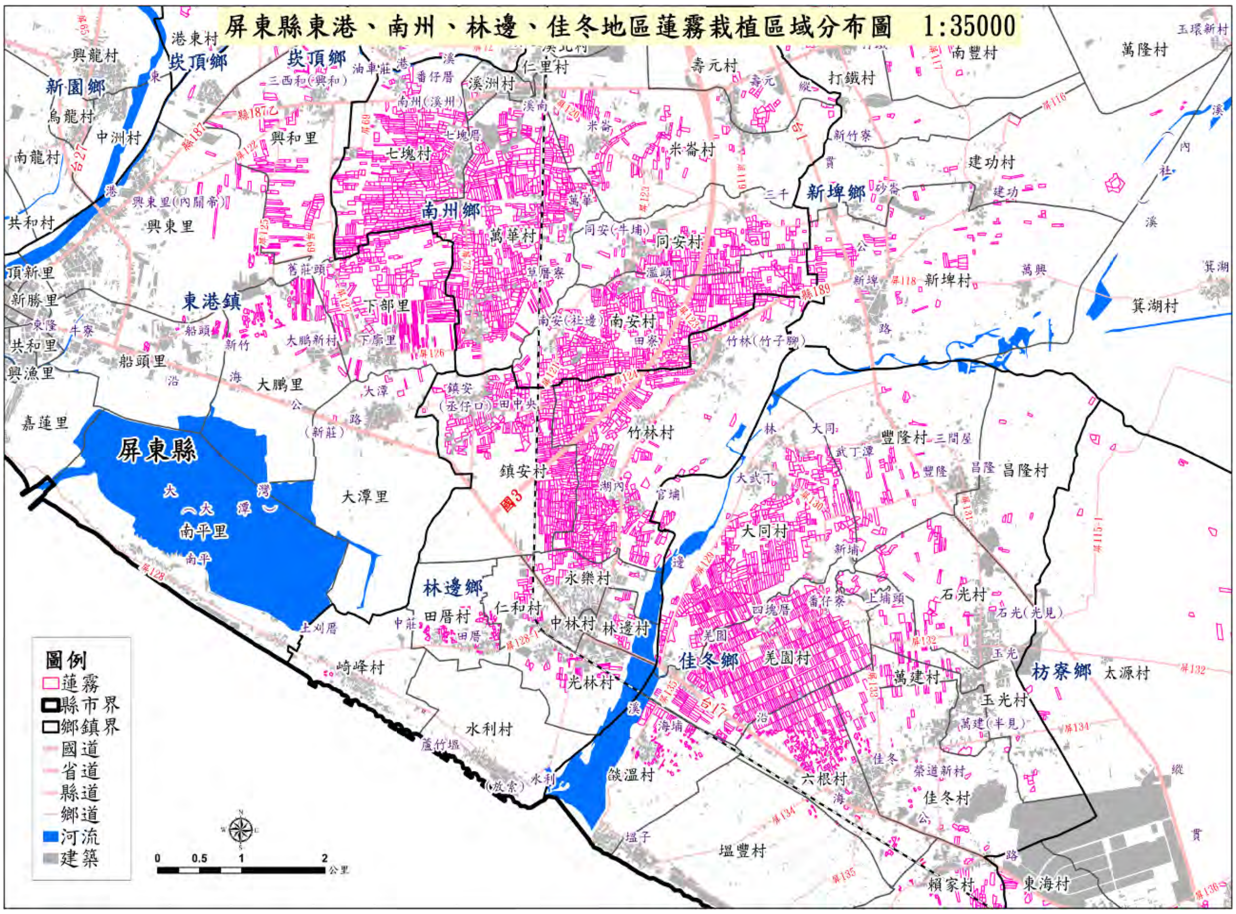


圖 4. 高屏地區蓮霧主要產地分布
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

二、土壤與葉片分析及營養診斷

(一) 營養元素對於蓮霧生產的重要性

1. 氮

蓮霧氮主要的供應來源為土壤中的有機質及施用的氮肥，作物一般吸收土壤中的銨態氮及硝酸態氮後於體內轉化成胺基酸，接著與碳水化合物結合成蛋白質，以促進營養生長 (新梢及葉的形成)。

於開花前氮的吸收應降低，並增加磷、鉀肥的吸收以利進入生殖生長期，於開花完成自幼果期進入中果期階段則應補充氮肥，以利果實之填充。

自中果期 (果實開始紅頭) 至成熟期則應減少氮的供應，此時如果發現葉片仍為濃綠，則表示氮仍足以供應果實肥大，因此，不必再施用氮肥，以免果實發育過快而導致裂果之現象；另一方面，碳水化合物也才足以累積至果實中，以提高果實的糖度。

過多的氮對蓮霧可溶性固形物 (醣類) 及花青素的形成有降低趨勢，因此，果實發育後期應減少氮肥供應以增加糖的累積及增加果實色澤。若施用過量的氮肥也

可能使樹冠周圍土壤酸化，使得磷肥易與鐵及錳結合成為無效性，微量要素硼及鉬之有效性降低，也因此導致作物對這些元素利用率的降低。

2. 磷

磷為構成核酸、核蛋白、磷脂質的主要成分，糖解作用、光合磷酸化作用及光合作用中能量之轉移均需足夠的磷做為能量。一般磷肥多做為基肥施用，以及在催花前配合斷根、敲頭、環剝或浸水等耕作處理以促進花芽分化，以達催早花之功效。

強酸性土壤磷肥易被固定，加上磷肥本身的移動性很小，因此，作物如何達到磷的有效利用便益形重要。可提昇土壤酸鹼度至 5.5- 6.5，以及於營養生長期保持土壤濕潤，並將磷肥施入土壤根群生長之深度，均可提高蓮霧園磷肥的利用率。

3. 鉀

鉀之生理機能為調節及維持細胞內物質代謝，適量施用鉀肥可改善蓮霧果實甜度及色澤，但過量的施用鉀肥反而會促進蛋白質合成及還原糖減少，使果實糖度降低。

鉀與鈉同為一價陽離子，當土壤中含豐富的鉀時，少量的鈉會促進蓮霧對鉀的吸收量。在蓮霧果實生育後期可適量施用鉀肥，以利糖的累積。

4. 鈣

鈣在植物體中以果膠質酸鈣存在，為構成植物細胞中膠層的主要成分，鈣能增進細胞組織之強度，植體缺鈣時易導致番茄、瓜果類裂果以及一些生理障礙的產生，鈣在植體內可與有機酸產生沉澱，因此，使植物免於因有機酸累積產生之毒害，作物若重施氮肥而不注意鈣的補充，很容易因體內有機酸達毒害濃度使作物產生病變。

高、屏地區蓮霧栽植的土壤很多屬於強酸性，鈣普遍偏低，因此，應施用含鈣資材，一方面可減低對於氮的過度吸收，並可增進細胞組織的強度，使果實海綿質減少並增加果實脆度及糖度。

一般含鈣資材有石灰、矽酸爐渣、鈣鎂肥等，以石灰施用為例，建議施用的量約為 150- 200 公斤/ 0.1 公頃，於採收完畢至催花前這段時間全面撒施並混入土中。

5. 鎂

鎂為構成葉綠素的成分之一，影響光合作用，影響碳水化合物之形成量。由於鎂與鉀之間有拮抗作用，因此，一些對鎂需求高的作物如印度棗、柑橘類等若鉀肥施用過高，便有可能造成鎂的吸收不足而產生缺乏症狀。鎂在植體內移動性快，所以缺乏症狀多發生於老葉，症狀為葉脈仍維持綠色而葉肉會逐漸轉黃。

當蓮霧葉片缺鎂時可以葉面噴施 2 g/L 硫酸鎂水溶液，平常施肥則以地面施用二公斤硫酸鎂/株/年即可，倘若伴有鈣之缺乏時，則施用 150 - 200 公斤/ 0.1 公頃之苦土石灰。

6. 鐵

鐵在蓮霧體內參與葉綠素的形成，並且參與光合作用之電子傳遞反應，同時也是許多氧化還原酵素的組成分。因此，缺鐵時，主要影響葉綠素形成而影響光合作用，即葉片無法形成足夠的碳水化合物，供果實貯存及形成色澤，因此，較無法產出高品質的果實。

7. 錳

錳在植體中以二價錳型態 (Mn^{2+}) 移動，當田間浸水後可使三價氧化態的錳 (作物較難吸收) 還原成二價錳，促進錳的有效性，葉片中的錳，有 60%以上在葉綠體中，錳對糖的形成亦有關。有研究指出葡萄的轉色率與葉片中錳濃度呈正相關，而巨峰葡萄成熟果實顏色與糖度亦呈正相關。

此外，蓮霧果皮中之暗紅色及紫紅色屬於花青素。花青素主要由 anthocyanidin 與糖結合，所以糖的生成量與各種果實著色也有密切關係，可於蓮霧之花果期由葉面噴施 2 g/L 硫酸錳以促進著色。

8. 硼及鋅

果樹硼與鋅的缺乏與落果有很大相關，硼在土壤過酸（pH < 5.0）或過鹼（pH > 7.5)情況下都很容易缺乏，植物缺硼時會使生長點壞死，並造成受精不良及果實發育不良現象，於開花期容易使花器凋萎壞死或使花粉管減低活力致結實不良。

鋅除了能促進光合作用外，並能促進吲哚和絲胺酸合成色胺酸，而色胺酸則是吲哚乙酸 (IAA) 的前身。有研究指出，植物體內 IAA 與 ABA (離層酸) 互為消長，植體內 ABA 濃度高時較易有落果，當體內 IAA 濃度高時則會使 ABA 濃度降低。

蓮霧可經由葉片檢測是否缺微量要素，若有則宜於開花前予以補充，例如以綜合性微量元素 3,000 倍進行噴施。

9. 鈉

鈉雖非植物生長的必須元素，但屬於有益元素，土壤溶液中的鈉濃度高時，可減少植物對氮及水分的吸收量，由此可知鈉的補充對植物是有助益的。鈉的正面效果，必須要強調是對蓮霧而言，而非所有作物。

但以葉面噴施 1 g/L 之粗鹽水溶液即可，濃度太高反而易造成葉片傷害；如果從土壤補充則應視其土壤質地、有機質含量、陽離子交換性容量 (CEC) 或鈉吸附比 (SAR) 而定。因為鈉如果施用不當，將造成土壤團粒構造破壞，影響土壤的通氣及排水，反而對土壤物理性質會有不良影響。

(二) 營養診斷的第一步--目識診斷法

作物的營養障礙會在外觀上顯現特定的徵狀，初步便可以肉眼的觀察來推測發生障礙的營養要素種類。營養障礙一般會導致作物外表之型態及色澤產生異狀，然而，病蟲害、農藥使用不當、污染物、乾旱等，有時亦可能造成作物外表的異常現象，因此，必須先分辨究竟為營養障礙或非營養障礙。

一般營養障礙之徵狀乃全面性，且發生的徵狀有一定規則可尋，而非營養障礙所造成的徵狀乃局部性且任何部位都有可能發生。營養障礙所造成葉片之黃化或壞疽區域有規則可尋，且整片葉子均呈均勻的徵狀，而非營養障礙通常侷限於葉片的某個區域且分佈極不均勻。當營養障礙發生時，通常葉片的外表和型態最先出現不正常的徵狀，其次是果實，然後是莖部。作物發生養分缺乏及過多的一般徵狀如下：

1. 蓮霧大量元素缺乏徵狀
   (1) 缺氮：成熟葉片因葉綠素含量減少，而呈淡綠色或黃綠色 (圖 5)。
   (2) 缺磷時，葉片變小呈暗綠色，成熟延遲，葉柄可能產生花青素而呈紅或紫色。
   (3) 缺鉀：初期植株生長速率緩慢，而葉片呈暗綠色，爾後於成熟葉之葉緣及葉尖出現白、黃或橘色之點或條紋，繼而發生褐變或壞死。

(4) 缺鈣：徵狀開始時葉尖黃白化，繼而變褐色而葉緣部分枯死，極端缺鈣時葉易捲曲，生長點枯死。
(5) 缺鎂：其徵狀為成熟葉之葉緣部分開始黃化，而後延展至葉脈間，然葉脈仍為綠色而呈美麗之網狀。
(6) 缺硫：初期成熟葉片中肋與側脈保存綠色而葉脈間呈淺綠至黃白化徵狀。

2. 蓮霧微量元素缺乏徵狀
(1) 缺鐵：初期葉片中肋與側脈保存綠色而葉脈間呈淺綠至黃白化 (圖 6)。
(2) 缺錳：葉脈間黃化，僅與中肋及與主要葉脈鄰接部分仍保持綠色而呈寬窄不一之深綠色條帶 (圖 7)。
(3) 缺銅：葉色深綠而捲曲，然在葉基處下方之綠色枝條常因碳水化合物的聚積而產生黃色斑點，此黃色斑點將逐漸擴大而使莖幹或枝條遭受環割。
(4) 缺硼：生長點停止生長，新葉黃白化或褐化而壞死 (圖 8)，葉片畸形、葉柄或莖木栓化或出現流膠，落花和落果嚴重。
(5) 缺鋅：中度至嚴重缺乏時，葉片小而畸型，節間縮短而呈小葉簇生狀，且葉間黃化，而葉脈仍保持綠色 (圖 9)。

3. 養分過多時之障害

當養分過多時對作物會產生毒害，因此，作物在外觀上亦會出現異狀，但由於養分過多徵狀並不若養分缺乏典型，所以較不好辨認，一般蓮霧較可能碰到的徵狀如下：

(1) 氮過多毒害：作物呈現暗綠色，葉大且薄，植株軟弱而徒長。
(2) 錳過多毒害：生長受阻，有時會出現黃化、不均勻的葉綠色分佈及誘發鐵缺乏。
(3) 硼過多毒害：成熟葉葉尖黃化而後在葉尖或葉緣形成壞疽，且嚴重落葉。
(4) 氯過多毒害：葉尖及葉緣燒焦狀，葉片有時呈古銅色、黃化、小葉生長速率低，嚴重時會落葉。
(5) 鈉過多毒害：先顯現於成熟葉，初期葉緣部分組織先形成盾浸狀，隨後形成壞疽或枯死，嚴重時壞疽之範圍將逐漸擴展至葉片中心。
(6) 尿素 (二縮脲含量高) 施用過多的毒害：成熟葉和新葉均可能發生，葉尖附近之葉緣先黃化，但在靠近葉基處之葉緣仍維持綠色，嚴重時黃化處轉為燒焦狀 (圖 10)。

圖 5. 蓮霧氮缺乏時易使葉片黃化，左圖為氮充足植株，右圖為氮素缺乏植株。

圖 6. 蓮霧缺鐵時會自新葉長出不久後黃化，嚴重時甚至白化。

圖 7. 蓮霧缺錳時，嫩葉之葉脈呈綠色細網狀，而葉脈間綠色漸消退，此時葉片錳含量僅 10-15 mg/kg。

圖 8. 蓮霧缺硼時易使生長點壞死。

圖 9. 蓮霧缺鋅造成節間縮短而呈小葉簇生狀。

圖 10. 農民於催花藥液中添加尿素，行葉面噴施所造成。葉片之葉緣部分葉脈間淡黃而中肋和葉脈仍維持正常之綠色。

三、蓮霧土壤及葉片營養診斷採樣方法

(一) 土壤採樣方法

土壤檢測最重要的第一步即為如何取得確實具有代表性之土壤樣本，一般可利用土壤採樣工具 (圖 1)，每一土壤樣本約取 500- 1000 公克送驗，因此取樣時務必特別小心謹慎，以免因採樣誤差導致錯誤之結論。蓮霧園一般可採取果樹樹冠周圍 0~20 公分部分的土壤，若需了解底土性質，則可分為表土 (0-20 公分) 及底土 (20-40 公分) 進行採樣 (圖 2) 。勿採到肥料，採樣地點需注意勿靠近路邊或周界邊緣、畜舍邊、田埂

邊以及新施肥地區，蓮霧園土壤的採樣點，在 0.5 公頃以下可視為一採樣單位，採取前、中、後 5 個點之土壤予以混合；若 0.5 公頃以上，一公頃以下則可依不同地形及管理方式自行區隔成兩區，分為兩區進行採樣；假使雖然地不大，但每塊田區並非緊臨，則可區隔成多區進行土壤採樣。可將田區 5 個點採得之小樣本，放入塑膠盆或桶中，予以充分混合、揉細、組成一混合樣本，再自其中取出約 500-1000 公克，裝於樣本袋中。樣本袋中寫明樣本編號 (或地段及地號)、農戶姓名、住址、電話等基本資料，綁妥後送往改良場進行檢驗。

圖 1. 土壤採樣工具

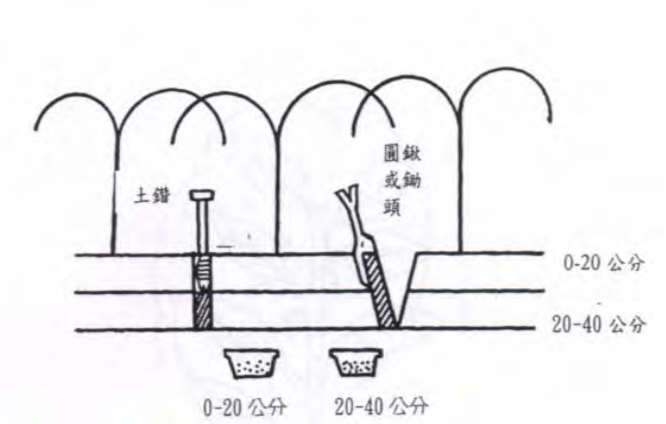


圖 2. 蓮霧園土壤採樣位置

(二) 土壤分析參考範圍

表 1 為蓮霧園土壤一般土壤理化性質，蓮霧園土壤分析最常測定的項目有土壤酸鹼度 (pH 值)、電導度 (EC 值)、有機質含量、質地、有效性磷、鉀、鈣、鎂以及微量要素。土壤酸鹼度可以預測多種要素的有效性，例如土壤酸性太強時，磷的有效性會降低；土壤鹼性太強時，許多微量元素如 (鐵、鋅、硼等) 將無法供應植物利用。一般蓮霧園土壤酸鹼度落在 5.5-6.5 之間較好；電導度大小表示土壤溶液中可溶性鹽類的多寡，電導度越高，越不利於蓮霧吸收水分及養分，並可能產生鹽害，因此，土壤電導度 (1:5) 測值需在 0.6 dS/m 以下；有機質含量可反應土壤中養分長期的供應能力及保肥力，蓮霧園土壤之有機質含量最好維持在 20 g/kg 以上。

雖然土壤分析可做為施肥的參考，但完全由土壤分析結果，來判斷蓮霧的營養狀況仍有其缺點。一般而言，土壤肥力適宜時，植株生育應良好，但有時土壤養分要素含量充足，植株生育卻不良，此時有可能是土壤性質、根系吸收、拮抗作用、水分管理、病蟲害及氣候等環節出問題而影響植體養分吸收，因此，除了土壤分析外，若能同時配合葉片分析診斷，則更能瞭解樹體真正的營養狀況，並尋求最佳營養補充方式。

表 1、蓮霧園土壤基本理化性質

酸鹼度 (1:1)	有機質 (g/kg)	Bray-1 磷 (mg/kg)	交換性鉀 (mg/kg)	交換性鈣 (mg/kg)	交換性鎂 (mg/kg)
5.5-7.5	> 20	50-150	80-200	1000-3000	80-250

交換性鐵 (mg/kg)	交換性錳 (mg/kg)	交換性銅 (mg/kg)	交換性鋅 (mg/kg)	電導度 (mS/cm)
50-300	30-140	10-20	10-25	0.2-0.6

註：鐵、錳、銅及鋅使用 0.1N 鹽酸抽出。

(三) 葉片採樣方法

葉片養分狀況是施肥、土壤性質及氣候、水分等影響之綜合表現，無論土壤性質及氣候、水分等因素的影響如何，生長良好之蓮霧，其葉片應有適當之養分濃度，因為葉片養分含量不足即會影響其生育。雖然有諸多因子影響蓮霧體內的養分含量，但若能經葉片診斷結果，再探究土壤、氣候、水分等因素，以找出限制因子。若探討原因後僅是土壤的問題，則需進行施肥的調整或改善土壤環境，以利植株恢復生機。可於8 - 11月進行蓮霧葉片採樣，每區的採樣數目，以果園總株數的20%為採樣株，每株採取非結果枝第二對夏梢成熟葉片約20- 30片，合成一個分析樣本，儘速送至實驗室。

(二) 葉片分析參考範圍

表2為蓮霧植體內各種元素濃度參考標準，以夏梢第二對成熟葉片為標準。

表 2、蓮霧葉片營養元素濃度標準 (夏梢第二對成熟葉片)

元素	氮	磷	鉀	鈣	鎂
			$(g\ kg^{-1})$		
濃度	12.6-15.0	1.0-1.2	11.5-14.5	16-20	1.6-2.0

元素	鐵	錳	鈉	硼	鋅
			$(mg\ kg^{-1})$		
濃度	100-150	70-120	180-250	40-80	30-50

四、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

(一)目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

一般蓮霧果園之肥料施用量及各時 期施肥分配率見表2~表4。

表 2、蓮霧三要素推薦量 (公斤/棵/年)

要素別\樹齡	1-2 年	3-4 年	5-6 年	7 年以上
氮素	0.4-0.6	0.7-0.9	1.0-1.2	1.2-1.6
磷酐	0.4-0.6	0.7-0.9	1.0-1.2	1.2-1.6
氧化鉀	0.4-0.6	0.7-0.9	1.0-1.2	1.2-1.6

表 3、蓮霧肥料施用量　(公斤/棵/年)

肥料名稱\樹齡	1-2 年	3-4 年	5-6 年	7 年以上
尿素	0.87-1.30	1.52-1.96	2.17-2.61	2.61-3.48
過磷酸鈣	2.22-3.33	3.89-5.00	5.55-6.67	6.67-8.89
氯化鉀	0.67-1.00	1.17-1.50	1.67-2.00	2.00-2.67

表 4、蓮霧施肥時期及分配率(%)

要素別\樹齡	催花成功後 (8- 10 月)	花果期肥 (11- 4 月)	採收後 (5- 7 月)
氮肥	50 (40)	50	(10)
磷肥	50	-	50
鉀肥	50	25	25

註：(　)表強修剪或採收完樹勢較差之果樹，在採收後修剪前，施用氮肥 10%，並充分灌溉以利新梢長出，催花成功後施用之氮肥改為 40%。

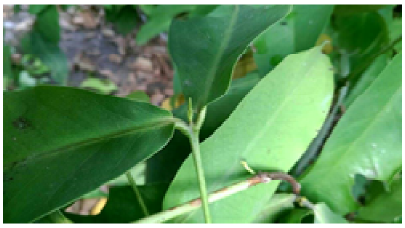
於結果期為提升果實品質，可簡易製作有機液肥使用以提高果實品質，有機液肥製作方式如下：

(1) 幼果至中果期：高氮液肥，魚精 300 倍加入糖蜜 200 倍，每週使用一次，約五次，每棵每次約 10-15 升/棵/次。

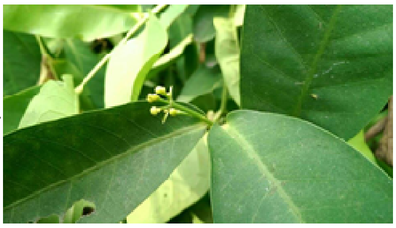
(2) 中果期至成熟期：高鉀液肥，海草粉 300 倍加入糖蜜 200 倍，每週使用一次，約五次，每棵每次約 10-15 升/棵/次。高氮及高鉀液肥之製作應至少於使用前二週浸泡，必要時可加入有益微生物進行發酵，每日攪拌一至二次，每次三至五分鐘。

(二) 蓮霧開花期至結果期之營養管理

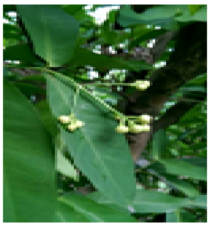
以屏東縣一區品質與產量俱佳之蓮霧園開花及結果期之管理為例介紹施肥方式，自催花後 10-12 天一般會進入所謂的鏢仔期，催花後 14-18 天進入分粒期，催花後 26-32 天進入豆粒期。此階段的施肥方式簡述如下，催花後可開溝施用腐熟有機質肥料(20-25 kg/棵)，分粒期間可施用三要素平均肥 (如 43 號複合肥料) 約 2 kg/棵。



鏢仔期(催花後 10-12 天)

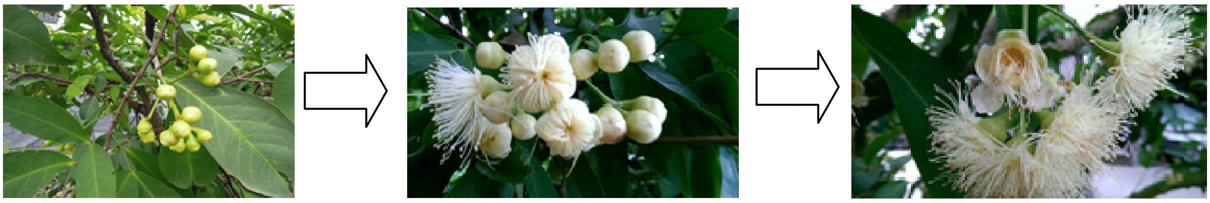


分粒期(14-18 天)



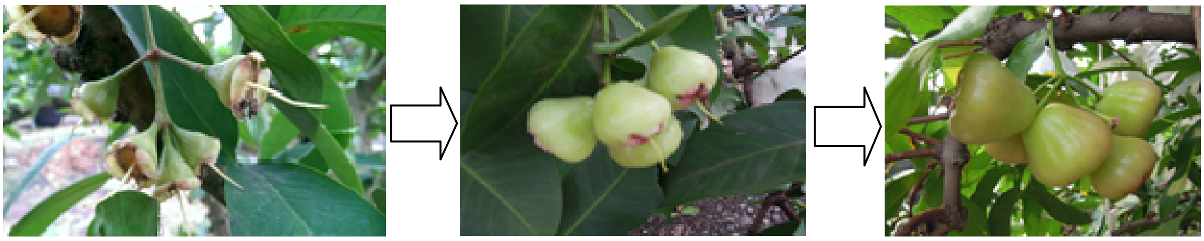
豆粒期(26-32 天)

自催花後 48-52 天進入小白肚期，催花後 53-56 天進入大白肚至始花期，催花後 57-60 天進入盛花期。應於催花前檢測土壤，倘若土壤中若缺鈣時，可於大白肚期施用含鈣肥料 (如硝酸鈣、蚵殼粉等)，若發現同時缺鈣及缺鎂時則使施用鎂鈣肥，施用量約 1.5-2 公斤/棵。



小白肚期 (48-52 天)　大白肚至開花期 (53-56 天)　盛花期 (57-60 天)

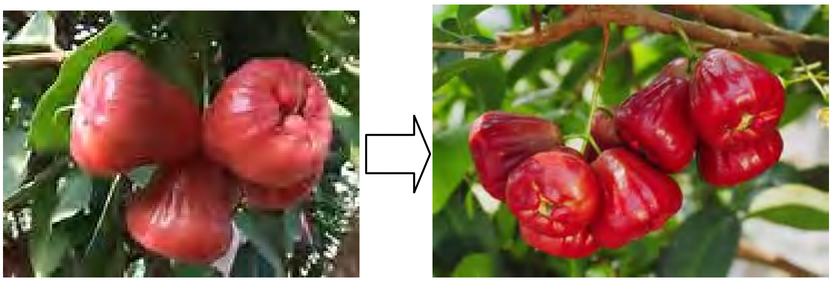
合臍期至幼果期，可以高氮液肥稀釋 100 倍，以配製 600 升為例，可加入 10 公斤即溶 43 號肥料，此量約可使用 36 棵，亦即每棵約灌注 15-20 升，催花後約 70 天 (合臍至幼果期)套袋。



胚仔期 (60-65 天)　合臍期 (65-70 天)　幼果期 (70-75 天)

果實套袋後可使施用高鉀液肥 (以稀釋 50 倍澆灌)，果實採收後，枝條修剪時可施用三要素平均肥料 (如 43 號複肥) 1.5- 2 公斤/棵，修剪完成後開溝施用有機質肥料 15-20 公斤/棵。

至於勃激素使用次數約二至三次，包括大澎花前一次，約隔 12-14 天第二次，再隔 12-14 天可使用第三次，可增加果實硬度，減少海綿組織產生。



紅頭期　成熟期

(三)蓮霧園土壤水分管理、施肥方法及注意事項

水分管理注意事項

蓮霧因為葉片多，蒸散量大，因此，喜好濕潤及肥沃土壤，故選擇之土壤宜以保水性良好之土地為宜。

生育生長期因為需要較多氮提供枝梢及葉片形成，因此，在採收完畢後應充分灌水以利氮的吸收利用。若採用斷根、幹基環狀剝皮或敲頭等單一或聯合處理，配合生長抑制劑之使用及控制氮肥，並增加磷、鉀肥的使用，以誘使停止營養生長及花芽分化，因此，此時應儘量維持乾旱，減少水分供應量。

至於在沿海地區黏重土壤的果園催花前所採用的浸水方式，一般在催花前1.5～2

個月採全園浸水，每浸三星期放水二至三天，再浸水三星期。直至花芽開始發育；至中果期，需充分的灌溉，以防止落花落果，在中果期之後，灌水量可減少，但仍應隨時保持溼潤境況，以防止因驟雨後的裂果，並注意不可在土壤過乾時再行灌溉過多水分，以防止驟乾驟濕導致的裂果，

若土壤屬於黏質的土壤，因保水力較佳，可利用樹冠週圍開溝隨時保持五公分水分之方式，若在較砂質或石礫地土壤則因保水能力不佳，可以水分張力計監測30公分深之根系水分及為灌溉基準，於高於25 cbar灌水而於15 cbar則止灌，若無水分張力計供觀測則需二至三天灌溉一次以維持根圈土壤濕潤，若採草生栽培，使根圈土壤對水分的保持亦有所助益。

施肥管理注意事項

在施肥方面，蓮霧幼齡時，宜注意肥料三要素之平衡，三至四年以後達到結果樹齡時，則以氮肥與鉀肥需求量較多。

(1) 氮肥宜在花後早期施用，鉀肥則在中果期紅頭後施用，磷肥在催花前之休眠期施用，蓮霧三要素推薦施用量、施肥時期及分配率列於表二至表四，施用方式可沿樹冠周圍溝施、穴施或撒施，

(2) 在催花前可以磷酸一鉀400 - 600倍及微量要素 (3,000倍) 於催花前行葉面噴施以進行催花及預防微量元素缺乏。

(3) 應注意有機肥於催花成功前，施用於樹冠邊緣內30-60公分處，用耕耘機將堆肥犁入土內，充分與土壤攪拌混合，或在樹冠下兩旁開溝施用亦可。有機質肥料可施用豆餅、堆肥及米糠等 (但避免雞糞與牛糞)，每株約10- 30公斤，若結果量多，可以大塑膠桶浸泡豆餅、米糠及微量元素之營養液進行澆灌再補充營養。

(4) 若土壤酸鹼值低於5.5以下時，可於採收後施入苦土石灰150-200 公斤/ 0.1公頃，或鈣鎂肥10-15公斤/株，如果土壤有效性鈣高於3,000 mg/kg時，則應停止施用。

(四) 蓮霧園有機質肥料之選擇

1. 土壤有機質的重要性

農民在大量施用化學肥料的情況下，使土壤性質遭受破壞，進而導致作物生產力日益降低。尤有甚者，台灣地處熱帶及亞熱帶交界區，夏季高溫多雨及一年四季農地之不斷利用，致使土壤中之有機質分解速率快。據調查，台灣農地有機質含量低於20 g/kg者佔農地總面積之近50%，因此，補充土壤有機質是重要的。

土壤有機質含量之多寡為土壤是否肥沃以及是否健康的重要指標，為確保高產與質優之作物生產，農田施用有機質肥料確有其必要性。以下將介紹有機質肥料該如何施用，方能對蓮霧的生產最有利。

2. 有機質肥料的來源

蓮霧園施用的有機質肥料有兩大來源，一為自製堆肥，二為市售有機質肥料。前者所使用的堆肥資材常為作物殘株或禽畜糞便，不過，作物殘株常含有病蟲源及雜草種子，而禽畜糞常含有病源菌及蟲卵，因此，最好在施用於果園之前能夠經過充分醱酵以消滅這興對作物有害之物質，田間進行堆肥製作，乃將這些有機資材之碳氮比調整至30，水分含量調整至55-65%，並將高度堆積至一公尺以上，堆積過程中，前期之溫度需高達65℃以上，並經通氣或翻堆以補充氧氣，以使好氣之有益微生物能迅速增殖，經約一個月左右即可將其中大分子物質分解成簡單分子而製成腐熟堆肥。

大多數農友多購買商業生產之有機質肥料施用，目前這些市售有機質肥料所含的資材主要包含植物渣粕或稈類 (如豆粕、花生粕、蓖麻粕、稻殼、米糠、樹皮、魚渣、肉骨粉、羽毛、皮革粉、禽畜糞便等)，且有諸多肥料品目供選擇，不過農友在購買時，應選用充分醱酵腐熟、無臭味、有機質含量在50-60% 以上，水分含量在35% 以下，不含雜質 (如塑膠、玻璃、石頭及金屬類等) 及作物有害之物質 (如有機毒物或重金屬等) 之含量應符合各種肥料品目之標準者。

3. 有機質肥料施用方式

施用有機質肥料之方式包括撒施、環施、條施、放射狀及穴施等。採用撒施方式時，應在整地前將有機質肥料直接撒施於土壤表面，然後耕入土中，不過此種方式於平地果園較為適用，因為坡地果園進行撒施將因沖刷而造成肥料的浪費。利用撒施方式，可在樹幹至樹冠之間將肥料均勻撒佈，並將肥料翻入土中，此方式雖然方便、省工，不過肥料較易因雨流失，且長期使用此法，作物為吸收到表面肥料，使根易淺浮於表土，一旦遇颱風或大雨等逆境，較會有植株傾倒之虞。幼年果樹之有機質肥料則較常採用環施方式，此法乃於樹冠周緣或外緣一呎處，挖土深約10-15公分、寬約30公分之溝，施肥後進行覆土。另一種方式為條狀施肥 (簡稱條施)，較佳條施方式可採第一年開橫向溝、第二年則開縱向溝之井字型開溝施肥方式，在果樹行間開挖深約10-15公分、寬約30公分之溝，施肥後進行後覆土。另外，果樹也在栽植前採用穴施方式施肥，此法乃利用小型鑽孔機或挖土機械，在樹冠四周深鑽4-8 個穴，將肥料施下後進行覆土，果樹種植後，每3-4年也可利用穴施一次以訓練根系往下能力，不但可吸收土壤深層的養分及水分以利增進抗貧瘠及抗旱能力，並增廣根群之發育與分佈以增加其固著能力，遇颱風等逆境時亦較不易傾倒。

4. 有機質肥料的選擇

蓮霧果農在選擇市售有機質肥料，在堆肥送達時，第一步可先以包為單位逢機稱量其重量，以瞭解其重量與包裝上標示之重量是否有差異。另外，逢機拆封包裝，觀察堆肥的顏色，品質佳的堆肥外觀顏色為深黑至黑褐色，黃色或黃褐色表示醱酵不完全。而手握之感覺需為鬆軟，且堆肥的吸水能力強，接著，以嗅覺聞其味道應為泥土味或些微芳香味，倘使有刺鼻或腐臭味，則表示堆肥醱酵不完全。另外，可將堆肥置於平盤上攤開，接著播種 100 顆蔬菜種子 (如白菜、青江菜等) 於上，將堆肥噴水保持溼潤，在 2-3 天後倘使有 90%以上的種子發芽，表示此堆肥醱酵完全，倘使發芽率過低，則表示堆肥醱酵不完全，尚含毒性的中間產物抑制種子發芽。除以上之簡易方式外，尚有其他判斷堆肥腐熟度之方法，例如還原醣含量測定、紅外線光譜測定碳氮比測定法等，然而，這些方法需利用精密的儀器來檢測，於現場較難使用。假使果農在選用有機質肥料方面無所適從，可上農糧署網站查詢，據以購買推薦之安全可靠的國產有機質肥料(http://www.afa.gov.tw/peasant_index.asp)，且可利用上述的簡易判斷方式，便可安心使用。

五、結語

良好的肥培管理攸關作物養分的吸收及生育的良窳，蓮霧果農若能經營養診斷(例如土壤酸鹼度、電導度、有機質含量、肥力等及植體體養分分析) 進行施肥，並於適時機選擇蓮霧需求的肥料合理施用，以提昇收穫品質與產量。

第六章　棗

棗肥培管理推薦資訊

高雄區農業改良場　林永鴻

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

棗 (*Ziziphus mauritiana* Lam.)為鼠李科棗屬植物，原稱印度棗，俗稱棗子、蜜棗。其果實質優味美且含豐富的蛋白質、醣類、磷、鈣、鐵、鉀、胡蘿蔔素及維生素 A、B、C 等，並含充足水份及高量纖維與豐富多酚類。台灣目前棗栽種面積為 2,048 公頃，年產量為 38,205 公噸，高屏地區為台灣棗的主要產區，約佔總栽植面積的 75%，台南市約佔 16%，其他地區則佔 9%。近年來嘉義、雲林等縣市栽植面積則有逐年增加趨勢，至於南投、彰化、台東等地也有零星的栽植面積。棗生產成本以工資費用為最高 (51.3%)，其次為肥料費用 (14.4 %)、農藥費用 (11.5 %)、材料費用 (7.6%)及其他費用 (15.3 %)。

棗適應性廣，能耐熱亦耐較低之氣溫，唯不喜陰濕及忌霜害，種植時期以三至四月定植最佳，行株距以 6 × 6 公尺，即每公頃 240-270 株較佳。新植園密度可以較密，至第三年再間伐至最適距離。

一般棗開花期約在八月底至九月初，其產期則在十二月至翌年三月間，單一果園之收穫期可長達二個月。因此，欲生產安全、健康、優質果品，採收前及採收期間之栽培管理、土壤管理、病蟲害管理為重要的課題。

(二) 土壤條件

棗對土壤的選擇不嚴，自粗質地至細質地、強酸性至強鹼性，排水良好至排水不良地區均可以種植，然而，以 pH 5.5-6.5、排水良好之砂質壤土最適宜。另外，有機質不但可長期供應養分，也可改善土壤理化性質，因此，棗栽種地應維持較高有機質含量。土壤有機質不足之果園，應施用有機質肥料以提高土壤有機質含量。

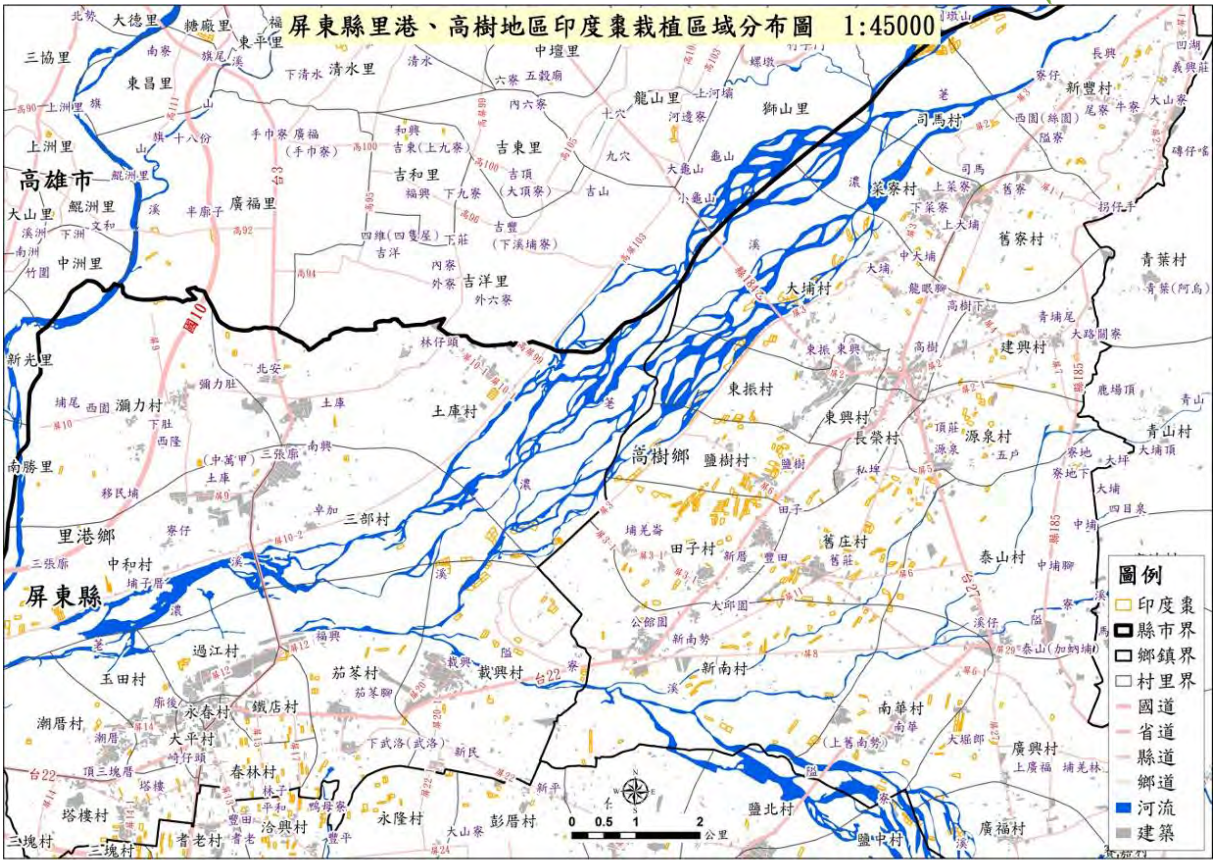
棗雖耐旱，但忌浸水，土壤過度乾燥不利於開花著果及後期的產量表現，而長期浸水則會影響植株生育，故雨季排水系統應良好，果實生育期應經常保持濕潤有利於品質之提升；開花期則忌雨及颱風，但空氣中相對濕度高有利於果實之肥大及含汁率高；採收時期亦忌大量灌水；而驟雨驟乾，或忽乾忽濕之灌溉方式，很容易導致嚴重落果、裂果及肉質鬆軟。

圖 1-圖 5 為高屏地區主要棗栽種地區分布圖。這些栽植區域，涵蓋酸性 (如燕巢、大社、鹽埔、高樹等) 與鹼性土壤 (里港、九如等)、土層深厚 (岡山、燕巢等)與淺層土壤 (鹽埔、高樹等)、排水良好及排水不良者。可見棗對土壤的適應性較廣，然而需注意不同土壤性質的管理方式不盡相同。過度酸化的土壤，在其酸化過程中某些營養

要素如鈣、鎂及硼易流失，而強鹼性土壤中一些微量要素易被土壤固定，因此，影響這些營養要素為棗吸收到的機會。故在棗對土壤性質適應性廣的情況下，仍應注意不同土壤的管理方式，方能生產出高品質的果實。

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 1. 屏東縣九如、鹽埔地區棗栽植區域分布圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 2. 屏東縣里港、高樹地區棗栽植區域分布圖

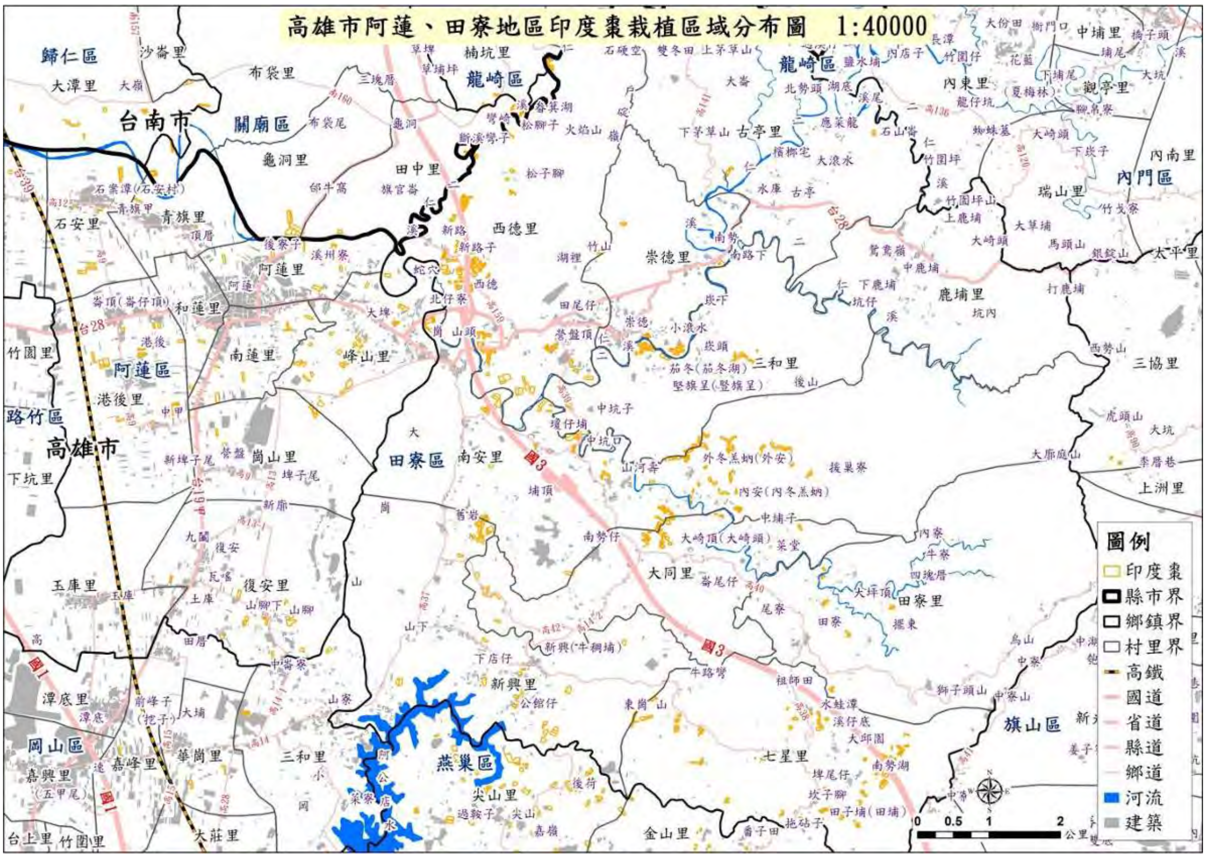
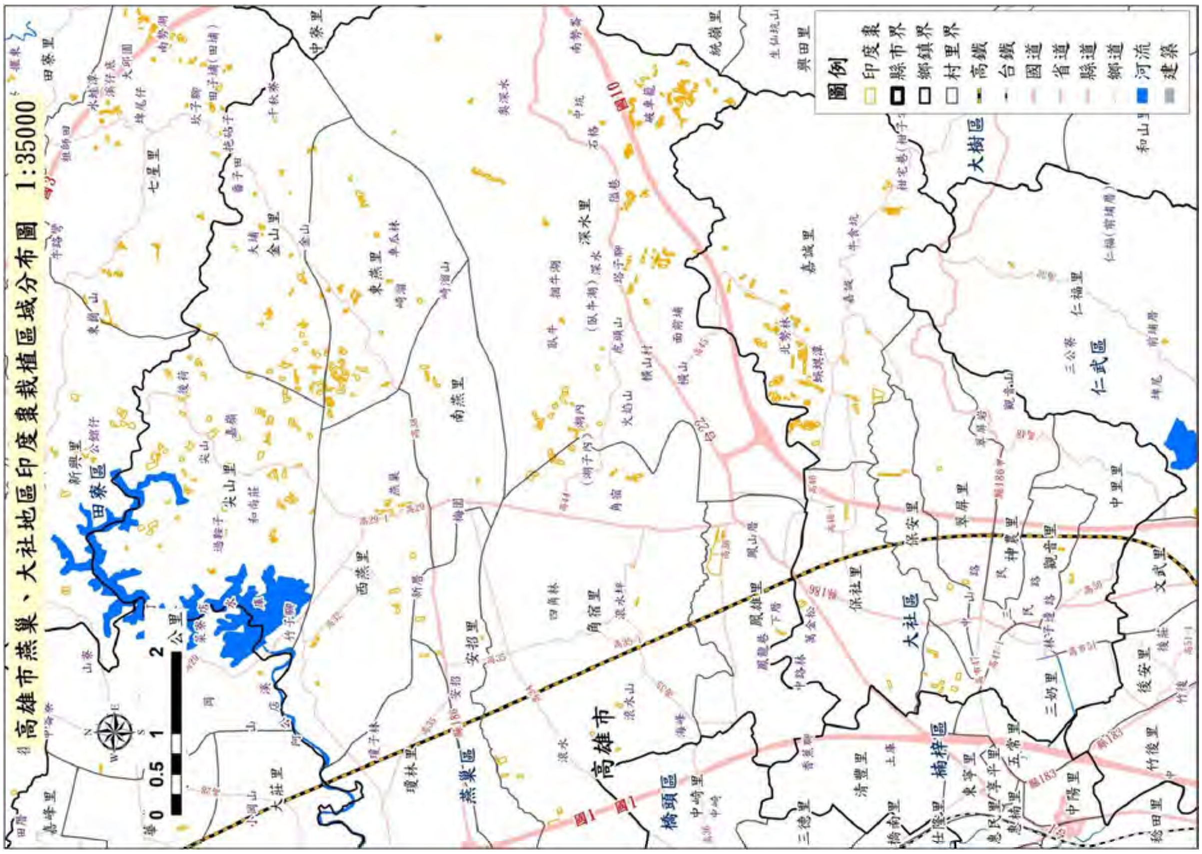
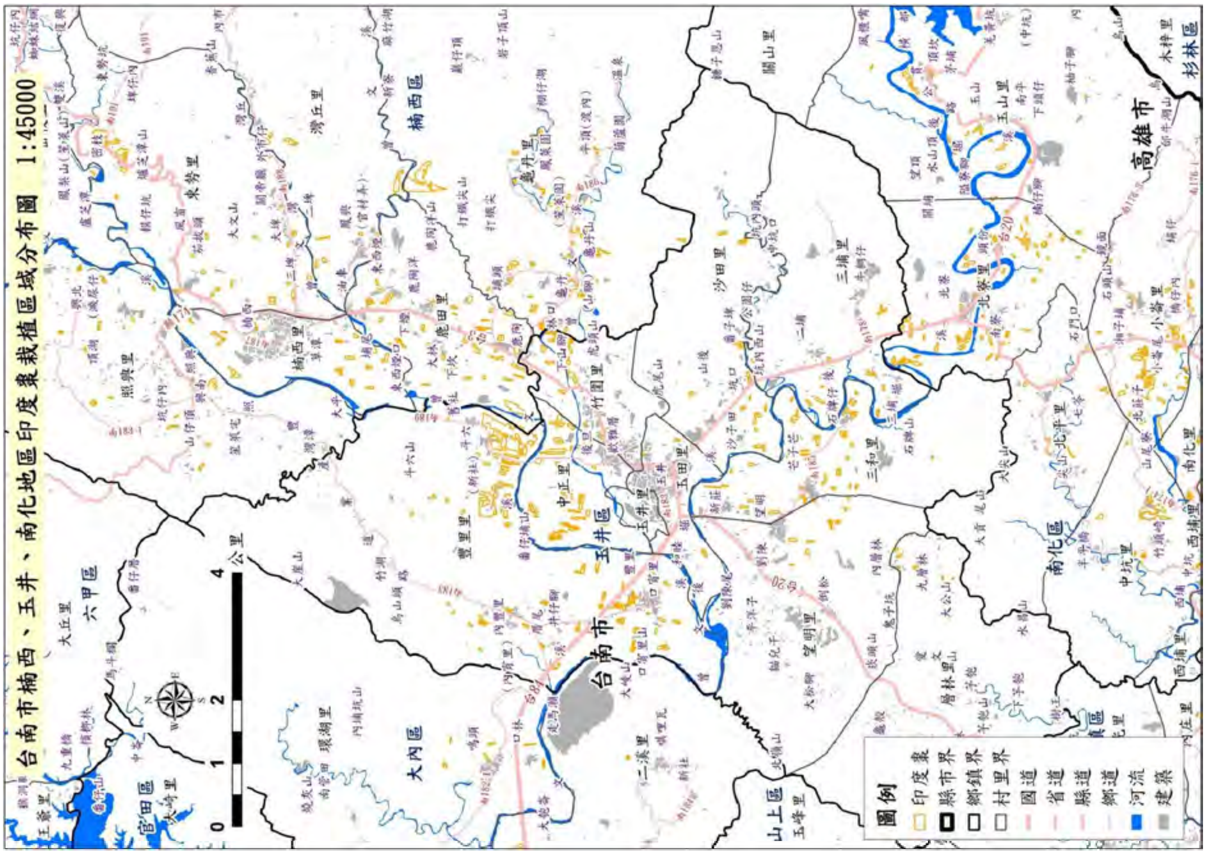


圖 3. 高雄市阿蓮、田寮棗栽植區域分布圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 4. 高雄市燕巢、大社棗栽植區域分布圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 5. 台南市楠西、玉井及南化棗栽植區域分布圖

二、主要栽培品種及產地分布與產業介紹

棗實生苗幼年期很短，播種後當年或第二年即可結果，因此，歷年來品種更替速度很快。1991 年以後，是棗育種璀璨輝煌的黃金 20 年，高朗 1 號、蜜棗及其芽條變異品種陸續被農友選出，政府機關也開始進行育種工作，先後育成台農 1 號、4 號、9 號；高雄 2 號、3 號、5 號、6 號、7 號、8 號、10 號、11 號等品種。高屏地區為台灣棗的主要產區，其他逐年增加面積的栽種地區分布於台南、嘉義、雲林等縣市，而目前南投、彰化、台東等地也有零星栽種。

近年來之消費者，除了重視果實品質外，健康安全的生產亦漸被重視。棗可利用健康管理模式生產安全、健康、優質的果實，除了正確的肥培及病蟲害管理之外，在田間管理上，應選擇適合的栽培地點及品種，並於果實成長期，配合正確的疏果方式，便可生產優質安全的果實，提高農民收益。

三、棗園土壤理化性質調查

土壤調查結果顯示，高雄市燕巢、大社等地區栽種棗之土壤大多數屬排水良好，中性至酸性之砂質壤土居多，有機質含量低。土系的歸類多屬座駕系土壤，座駕系土壤為位於低至中等高之台地之非石灰性砂頁岩沖積土，排水性佳，剖面質地為坋質壤土。土壤性質說明及注意事項如下：1.排水良好之中性至強酸性砂質壤土，適合棗生長，但應注意鈣、鎂及硼的補充，2.土壤有機質不足，有機質對於土壤保護及長期養分供應具正面功效，有機質含量過低應多施用有機質肥料。

屏東縣鹽埔鄉及高樹等地區栽種棗之土壤性質屬於黏板岩老沖積土，大多數屬於酸性土壤，質地以砂質壤土居多，農地有機質含量充足，排水完全，土系的歸類屬於下水埔系。下水埔系土壤係為黏板岩質砂礫沉積而成之排水優良石礫土，屬於淺層土壤，其特徵為表土以下全層為石礫層或大石頭層。因本系先發現於彰化縣之下水埔，故仍沿用此名，本系表土質地甚複雜，但以坋質壤土為主要土型。

栽植棗的土壤常有缺鎂及缺硼現象，其改善方式如下，1. 缺鎂時，每 0.1 公頃可施用苦土石灰 40- 60 公斤，於開溝施用有機質肥料時同時施用，另外，可於開花至結果期間，以硫酸鎂 800 倍噴施葉面。並應注意鉀肥勿施用過量以免造成拮抗作用。2. 缺硼時，可於基肥期 (4-5 月)，每 0.1 公頃施用硼砂 0.5- 1.0 公斤，另外，於開花至幼果期，每隔二週葉面噴施 500 倍硼酸水溶液。

四、棗園土壤及葉片營養診斷採樣方法

(一) 土壤採樣方法

土壤採樣方法參考通則土壤採樣章篇。

棗園土壤分析最常測定的項目有土壤酸鹼度 (pH 值)、電導度 (EC 值)、有機質含量、質地、有效性磷、鉀、鈣、鎂以及微量要素。土壤酸鹼度可以預測多種要素的有效性，例如土壤酸性太強時，磷的有效性低；土壤鹼性太強時，許多微量要素如 (鐵、鋅、硼等) 將無法供應植物利用。一般棗園土壤酸鹼度落在 5.5-6.5 之間較好；電導度大小表示土壤溶液中可溶性鹽類的多寡，電導度越高，越不利於棗吸收水分及養分，

並可能產生鹽害，棗園土壤電導度（1：5）測值需在 0.6 dS/m 以下；有機質含量可反應土壤中養分長期的供應能力及保肥力，棗園區土壤之有機質含量最好維持在 20 g/kg 以上。

雖然土壤分析可做為施肥的參考，但完全由土壤分析結果，判斷棗的營養狀況仍有其缺點。一般而言，土壤肥力適宜時，植株生育應良好，但有時土壤養分要素含量充足，植株生育卻不良，此時有可能是土壤性質、根系吸收、拮抗作用、水分管理、病蟲害及氣候等問題而影響植體養分吸收，因此，除了土壤分析外，若能同時配合葉片分析診斷，則更能瞭解樹體真正的營養狀況，並尋求最佳營養補充方式。

表 1、適合棗園之土壤基本理化性質

酸鹼度 (1:1)	電導度	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	交換性鐵	交換性錳	交換性銅	交換性鋅
	dS/m	g/kg	------------------------------------ mg/kg ------------------------------------							
5.5-7.5	0.2-0.6	> 20	50-150	80-200	1000-3000	80-250	50-300	30-140	10-20	10-25

註：有效性磷=Bray No.1; 有效性鉀、鈣及鎂使用雙酸法(0.1 N 鹽酸+0.1 N 硫酸抽出)；鐵、錳、銅及鋅使用 0.1 N 鹽酸抽出。

(二) 葉片採樣方法

葉片營養診斷也是合理施肥的重要參考依據，然而，供營養診斷之葉片需有相當的代表性，因此，需特別注意植株之選擇、採樣時期、採樣部位等。

葉片養分狀況是施肥、土壤性質及氣候、水分等影響之綜合表現。無論土壤性質及氣候、水分等因素的影響如何，生長良好之棗，其葉片應有適當之養分濃度，因為葉片養分含量不足即會影響其生育。雖然有諸多因子影響棗體內的養分含量，但若能經葉片診斷結果，再探究土壤、氣候、水分等因素，找出限制因子。若探討原因後僅是土壤的問題，則需進行施肥的調整或改善土壤環境，以利植株恢復生機。農民可於九至十月，逢機採取棗樹自枝梢前端算起第4-5或第7-8片葉片約20 - 30片，合成一個分析樣本，儘速送至實驗室。

表 2、棗葉片營養元素濃度標準

氮	磷	鉀	鈣	鎂	錳	鐵	銅	鋅
------------------------g/kg------------------------					---------------mg/kg--------------			
19-35	1.5-3.0	11-20	16-25	2.0-6.0	50-250	50-250	10-25	20-50

五、棗施肥原則概述

均衡的養分供應與棗生產有密切的關係，因此，為配合印度棗週年生產，必須瞭解各時期各種養分的需求，並予以補充，才不致造成施肥成本提高又達不到預期目標。以下說明幾種棗生產時幾項重要的要素及施肥原則，供施肥時參考：

(一) 幾種重要營養元素對棗生長的影響

1. 氮：棗之氮主要的供應來源為土壤中的有機質及施用的氮肥，作物一般吸收土壤中的銨態氮及硝酸態氮後於體內轉化成胺基酸，接著與碳水化合物結合成蛋白質，以促進營養生長 (新梢及葉的形成)。然而，於開花前氮的吸收應降低，並增加磷、鉀肥的吸收以利進入生殖生長期；於開花完成自幼果期進入中果期階段則應補充氮肥，以利果實之填充，自中果期至成熟期則應減少氮的供應，此時如果發現葉片仍為濃綠，則表示氮仍足以供應果實肥大，因此，不必再施用氮肥，以免果實發育過快易導致裂果之現象；另一方面，碳水化合物也才足以累積至果實中，以提高果實的糖度。因此，果實發育後期減少氮肥供應以增加糖的累積及增加果實色澤是重要的。農民倘若施用過量的氮肥也可能使樹冠周圍土壤酸化，使磷肥易與鐵及錳結合成為無效性，微量要素硼及鉬之有效性降低，也導致作物對這些要素利用率的降低。
2. 磷：磷為構成核酸、核蛋白、磷脂質的主要成分，糖解作用、光合磷酸化作用及光合作用中能量之轉移均需足夠的磷做為能量。一般磷肥多做為基肥施用。強酸性土壤中磷肥易被固定，加上磷肥本身的移動性很小，因此，如何使磷的有效性高便益形重要。可提昇土壤酸鹼度至 5.5- 6.5，以及於營養生長期保持土壤濕潤，並將磷肥施入土壤根群生長之深度，均可提高棗對磷肥的利用率。
3. 鉀：鉀之生理機能為調節及維持細胞內物質代謝，適量施用鉀肥可改善棗果甜度，但過量的施用鉀肥反而會促進蛋白質合成及還原糖減少，使果實糖度降低。在果實生育後期可適量施用鉀肥，以利糖的累積。
4. 鈣：鈣在植物體中以果膠質酸鈣存在，為構成植物細胞中膠層的成分之一，鈣能增進細胞組織之強度，植體缺鈣時易導致一些生理障礙的產生。鈣在植體內可與有機酸產生沉澱，因此，使得植物免於因有機酸累積產生之毒害，作物若重施氮肥而不注意鈣的補充，很容易因體內有機酸達毒害濃度使得作物產生病變。高、屏地區棗栽植的土壤很多屬於強酸性，鈣普遍偏低，因此，應施用含鈣資材以補充鈣質，一方面可減低對於氮素的過度吸收，並可增進細胞組織的強度，使果實海綿質減少並增加果實脆度及糖度。一般含鈣資材有石灰、矽酸爐渣、鈣鎂肥等。酸性土壤應施用石灰，約為 150 - 200 公斤/0.1 公頃，可於採收完畢至開花前這段時間全面撒施並混合拌入土壤中。
5. 鎂：鎂為構成葉綠素的成分，鎂會影響光合作用，影響碳水化合物之形成量。由於鎂與鉀之間有拮抗作用，因此，一些對鎂需求高的作物如印度棗、柑橘類等若鉀肥施用過高，可能造成鎂的吸收不足而產生缺乏症狀。由於鎂在植體內移動性快，所以缺乏症狀多發生於老葉，症狀為葉脈仍維持綠色而葉肉會逐漸轉黃，當印度棗葉片缺鎂時可以葉面噴施 2 g/L 硫酸鎂水溶液，平常施肥則以地面施用 2 公斤硫酸鎂/株/年即可，倘若伴有鈣之缺乏時，則施用 150- 200 公斤/0.1 公頃之苦土石灰。

(二)目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

表 3 為多年田間調查與試驗的結果，所定之一般土壤肥力條件下的施肥推薦量。

1. 棗三要素推薦量（克/株/年）

印度棗施肥之化學肥料三要素推薦量與分配率如表 3：

表 3、印度棗施肥之化學肥料三要素推薦量與各生育期之肥料分配率

肥料別	氮肥			磷肥			鉀肥		
	分配%	氮	硫銨	分配%	磷酐	過磷酸鈣	分配%	氧化鉀	氯化鉀
基肥期（4-6 月）	30	165	786	50	200	1111	30	300	500
盛花期	45	248	1181	50	200	1111	50	500	833
結果期	25	137	652	--	--	--	20	200	333
合計	100	550	2619	100	400	2222	100	1000	1666

2. 施肥方法

(1) 基肥期：開溝後先施入全量有機質肥料，再施下磷肥後覆土，以改善土壤理化性及減少磷肥固定提高肥效；基肥期氮和鉀二種化肥和苦土石灰（強酸性土壤者施用），於樹冠下撒施後淺耕與土混合，供早期棗之養分吸收，及鈣、鎂早期吸收與貯存。此期若能同時施用粕類（如蓖麻粕 40 公斤/ 0.1 公頃）與化學肥料拌合淺耕混土則有延後施用追肥之效。

(2) 盛花期和結果期之追肥亦採撒施，施在樹冠下後淺耕與土混合。

3. 棗施肥注意事項

(1) 化學肥料三要素推薦量需配合於基肥期施用腐熟堆肥 800-1000 公斤/ 0.1 公頃，惟需注意排水不良之棗園要減量，而排水良好者如石礫地則可酌加。盛花期和結果期之肥料量宜視土壤質地分次施用，粗質地者如砂礫土或砂壤土等宜分 3 次施用，中至細質地如壤、黏土則分二次施用。表一所列化學肥料三要素推薦量就其比例目前尚無適當或專屬之市售複合肥料可推薦。

(2) 圖 1 顯示，上排為棗缺乏營養要素的葉片，下排則為正常葉片，上排往右為成熟葉片。一旦黃化時，大量要素缺乏的機率增加；往左則微量要素缺乏的機率增加，因此，可做為田間目識診斷之參考。

(3) 一般棗缺大量元素時棗常有缺鎂和缺硼問題 (圖 8 及圖 9)，通常土壤有效性鎂低於 150 mg/kg^{-}，或當葉片鎂含量低於 2.5 g/kg，棗有缺鎂之虞。此時酸性土每 0.1 公頃施用 40-60 kg 苦土石灰（MgO 含 20%），而石灰質土壤或近中性土壤則可施用硫酸鎂 20-30 kg，或於開花至結果期間，約每隔二週以氧化鎂 800-1,000 倍噴施葉面補充改善，但缺鎂有時非因土壤鎂含量低，而是因氮、磷、鉀及鈣等施用不當引起要素間失衡或拮抗所致，此時補充鎂肥則非唯一改善方法，如調整其它要素之施用亦可改善；其次對缺硼問題，可將硼砂 0.5-1.0 公斤/ 0.1 公頃加入基肥期之三要素肥料一起施用，或開花至幼果期間每隔二週葉面噴施 500 倍硼。

(4) 生育初期（5-8 月）、盛期（8-11 月）及末期（12-1 月）地上部枝、葉及果在各期間有明顯變化，除施用推薦量肥料外，請及時配合土壤測定與葉片營養診斷結果（9 月底-10 月初），以適時調整肥料施用，由於每年 10 月後日照減少時，

另建議按月以鉀肥噴施葉片，提高其光合效率。

(5) 土壤有機質含量低者（＜20 g/kg），為提高化肥肥效及減少淋失，每次施用追肥前可配合灌溉，每 0.1 公頃施灌 0.5 公升之 21%腐植酸。

(6) 為避免缺硼，於基肥時，將硼砂 0.5-1.0 公斤 / 0.1 公頃和該期化肥混合施用，或於開花至幼果期間，以水溶性硼稀釋 500 倍，每隔二週噴施一次，每株 2-3 公升。

圖 6. 上排為棗營養缺乏葉片，下排為正常葉片

圖 7. 缺鎂致棗成熟葉片葉脈綠、葉肉黃化

圖 8. 缺鐵致棗新葉黃化

圖 9. 缺硼致棗果發育不良

4. 棗不同時期施肥注意要領

於春季母株抽芽時（約 3-5 月），施用之肥料以含氮量高之肥料 (如 1 號複肥或 43 號複肥) 為主，以培育健壯之新梢及葉片。於夏季抽梢旺盛期（約 6-8 月），溫度漸高，日照長且強烈，有機質分解快，應注意補充有機質及足夠的氮肥，以利光合產物的蓄積；另外，須配合適當磷、鉀肥，避免氮肥過多影響著果。大雨或颱風後，需待樹勢恢復後才可施肥。於秋開花及幼果期（約 9-11 月），植株著果、果實漸大，日照短、氣溫低、降雨少，注意氮肥及鉀肥的均衡施用，並注意灌溉以利肥分之吸收。於冬季果實成熟期（約 12 月~次年 2 月），果實漸漸成熟，日照短、氣溫低、雨水少；為求高品質，應儘量避免採收前灌溉及避免過度施用氮肥，以免降低果實糖度或產生生理病害。

於結果期為提升果實品質，可簡易製作有機液肥使用以提高果實品質，有機液肥製作方式如下: (1) 幼果至中果期:高氮液肥，魚精 300 倍加入糖蜜 200 倍，每週使用一次，約五次，每棵每次約 10-15 升/棵/次。(2) 中果期至成熟期:高鉀液肥，海草粉 300 倍加入糖蜜 200 倍，每週使用一次，約五次，每棵每次約 10-15 升/棵/

次。高氮及高鉀液肥之製作應至少於使用前二週浸泡，必要時可加入有益微生物進行發酵，每日攪拌 1-2 次，每次 3-5 分鐘。

5. 棗生育各時期之營養管理

•前期果實採收完

•營養生長期

•開花期

•幼果期

•中果期

•果實成熟期

(1) 強酸性砂質壤土棗園（pH 5.5以下）

A. 採收結束後 (4月-5月)： 1號複肥 (20-50-10)，1包/ 0.1公頃。此時可進行土壤分析，以瞭解土壤性質。為因應接踵而至的枝梢及葉片形成 (營養生長期)，需使用到大量的氮，因此，施肥應重視氮肥的供應。

B. 8月中旬至9月初：有機質肥料1包/棵、台肥39號複肥 1包/ 0.1公頃。硼砂2-3公斤/0.1公頃。檢視土壤分析結果，土壤中若缺鈣時，可施用鈣肥 (如硝酸鈣、蚵殼粉等) 20公斤/0.1公頃，同時缺鈣及鎂時則施用鎂鈣肥或苦土石灰20公斤/0.1公頃。此時期棗將進日入開花期 (生殖生長期)，因此，應注重磷肥的供應。

C. 9月中旬施用43號複肥 1包/0.1公頃，之後每10-14天以預先配製好的三要素平均有機液肥 (400升) 加入7-8公斤即溶1號複合肥料，使用時稀釋50倍，此量每次可使用6 × 0.1公頃。此時期棗甫進入開花期及幼果形成期，因此，應注意三要素均衡的供應。

D. 多數果實進入中果期 (硬籽) 後，每10~14天以預先配製好的三要素平均有機液肥 (400升) 加入7-8公斤即溶6號複合肥料，使用時稀釋50倍，此量每次可使用6 × 0.1公頃。此時期應重視鉀肥的供應以因應果實糖分的形成。

(2) 微酸至中性砂質壤土棗園（pH 5.5~7.0）

A. 採收結束後 (4月-5月)：1號複肥 (20-50-10) 1包/0.1公頃。此時可進行土壤分析，以瞭解土壤性質。為因應接踵而至的枝梢及葉片形成 (營養生長期)，需使用到大量的氮肥，因此施肥應重視氮肥的供應。

B. 8月中旬~9月初:有機質肥料1包/棵、台肥4號複肥 (11-5.5-22) 1包/0.1公頃。

此時若抽梢仍旺盛，可加入氯化鉀 0.5包/ 0.1公頃。檢視土壤分析結果，土壤中若缺鈣時，可施用鈣肥 (如硝酸鈣、蚵殼粉等) 20公斤/ 0.1公頃，同時缺鈣及鎂時則施用鎂鈣肥或苦土石灰20公斤/ 0.1公頃。此時期棗將進日入開花期 (生殖生長期)，因此，應注重磷肥的供應。

C. 9月中旬以後，每10-14天施用， 5號含有機質之複合肥料1包/0.1公頃。此時期棗甫進入開花期及幼果形成期，因此，應注意三要素均衡的供應。

D. 多數果實進入中果期 (硬籽) 後，以6 號即溶複合肥料 (5-18-18-4) 20公斤、硫酸鉀 (含K_2O 50%) 15公斤，溶於600升水中，使用時稀釋50倍進行土壤灌注，此量每次約可使用4 × 0.1公頃。此時期應重視鉀肥的供應以因應果實糖分的形成。

六、參考實例-利用營養診斷進行棗合理化施肥

所謂合理化施肥，主要的做法在於瞭解果園土壤性質，並據以推薦施用適當的肥料種類及合理的施用量，至於土壤性質，則可透過土壤速測方式而得。

(1) 於屏東縣里港鄉棗園利用土壤速測結果推薦施肥與慣行施肥進行比較，示範區土壤性質如表 4 所示。示範成果摘要如下，合理化施肥區較慣行區 1 號複肥少施 1.5 包/ 0.1 公頃，5 號複肥少施 1.5 包/ 0.1 公頃，43 號複肥則少施 1.5 包/ 0.1 公頃。合理化施肥區每 0.1 公頃肥料成本 13,105 元,慣行區每 0.1 公頃肥料成本 14,545 元，因此合理化施肥區可節省 1,440 元/ 0.1 公頃之肥料成本 (表 5)。目前成熟果數量尚少，因此，僅目前僅以少量果實調查結果呈現，兩區果實之果長、果寬差異不大，但合理化施肥區果重較慣行施肥區重約 35 公克，果實糖度亦較慣行施肥區高約 0.4 ^{o}Brix。

表 4. 棗合理化施肥試驗區試驗前土壤性質 (屏東縣里港鄉)

檢測項目	質地	酸鹼度 (1:1)	有機質 g/kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	交換性鐵	交換性錳	交換性銅	交換性鋅
				---- mg/kg ----							
土壤	砂質壤土	5.8	18.8	68	105	1078	85	287	66	13	12
參考值	-	5.5-6.5	20-40	11-50	30-100	570-1140	50-100	50-300	20-140	12-20	11-25

表 5. 合理化施肥與慣行施肥成本比較 (屏東縣里港鄉)

肥料	合理施肥區 (公斤/分地)	農民慣行區 (公斤/分地)	降低肥料成本 (元/分地)*
有機質肥料	3000	3000	0
1 號複合肥料	60(435)	120(870)	-435
5 號複合肥料	40(300)	100(750)	-450
43 號複合肥料	40(370)	100(925)	-555
合計 (元)	**13105**	**14545**	**-1440**

*肥料金額以試驗當年價格計算。台肥 1 號複合肥料 290 元/包，台肥 5 號複合肥料 300 元/包，台肥 43 號複合肥料 370 元/包，粉狀有機質肥料 100 元/包。

(2) 於屏東縣高樹棗園利用土壤速測結果推薦施肥與慣行施肥進行比較，示範區土壤性質如表 6。示範成果摘要如下，試驗前施用苦土石灰 100 公斤/0.1 公頃全園撒施後淺耕入土，改良酸性土壤與補充鈣及鎂。合理化施肥區較慣行區 1 號複肥少施 1.3 包/0.1 公頃，5 號複肥少施 1.3 包/0.1 公頃，43 號複肥則少施 1.3 包/0.1 公頃。合理化施肥區每分地肥料成本 10,105 元,慣行區每 0.1 公頃肥料成本 11,305 元，因此，合理化施肥區可節省 1,200 元/分地之肥料成本 (表 7)。本區經果實調查結果顯示，合理化施肥區與慣行區果實之果長、果寬及果重差異不大，但果實糖度於合理化施肥區則較慣行施肥區高約 0.3 ^{o}Brix。

表 6. 棗合理化施肥試驗區試驗前土壤性質 (屏東縣高樹鄉)

檢測項目	質地	酸鹼度 (1:1)	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	交換性鐵	交換性錳	交換性銅	交換性鋅
			g/kg		---------------------------- mg/kg ----------------------------						
表土	砂質壤土	6.1	20.1	78	143	1589	80	401	46	12	13
底土	砂質壤土	6.2	18.8	50	59	740	32	312	33	10	11
參考值	-	5.5-6.5	2.0-40	11-50	30-100	570-1140	50-100	50-300	20-140	12-20	11-25

表 7. 合理化施肥與農民慣行施肥成本比較 (屏東縣高樹鄉)

肥料	合理施肥區 (公斤/分地)	農民慣行區 (公斤/分地)	降低肥料成本 (元/分地)*
有機質肥料	2250	2250	0
1 號複合肥料	60	110	-363
5 號複合肥料	40	90	-375
43 號複合肥料	40	90	-463
合計 (元)	10105	11305	-1200

*肥料金額以試驗當年價格計算。1 號複合肥料 290 元/包，5 號複合肥料 300 元/包，43 號複合肥料 370 元/包，粉狀有機質肥料 100 元/包。

第七章　香 蕉

香蕉園土壤品質與施肥推薦

蔣世超 張春梅 林佳宏
財團法人台灣香蕉研究所

香蕉 (*Musa* spp.) 為發源自馬來西亞及印度的多年生單子葉大型草本植物，自有記載的歷史即有香蕉栽培的相關描述。由於不同地區的香蕉有同名異種及同種異名的複雜性，香蕉品種雖然多達數百個至上千個，在全球一百多個可種植香蕉的國家地區中，香蕉的栽培品種僅約一百五十個，種植總面積約有一千多萬公頃，產量超過一億公噸，是全球第四大糧食作物，也是許多熱帶國家重要的貿易作物及其人民賴以為生的經濟作物，其重要性相當明確。

香蕉為可周年生產的少數水果之一，世界上百分之九十八的香蕉生產國家屬開發中國家，香蕉進口國則均為已開發國家。台灣香蕉外銷日本有一百多年的歷史，在 1960 年代的鼎盛時期，香蕉種植面積曾高達五萬二千多公頃，外銷最高量超過四十萬公噸，香蕉外銷曾經是帶動我國家與家庭經濟發展的重要產業。自從民國九十四年開放香蕉自由出口以後，香蕉生產已由外銷導向逐漸轉型為內需供應。香蕉外銷產業的盛況雖已不可復得，但香蕉所提供的健康、可口、方便等消費特性，在大多數台灣民眾日常生活的需求上，仍扮演重要且親切的角色，依賴香蕉增加生活收入的農民亦不在少數。近年來，超商販售條蕉的通路在香蕉內銷市場如異軍突起，蔚為風向，香蕉成為炙手可熱的農產品，為台灣香蕉產業帶來了轉機。

一、種植條件

(一) 氣候

全球香蕉栽培的分佈地區幾乎都在南北緯 30 度 (約為冬季 16℃等溫線附近) 之間，所有大面積植蕉區則集中在南北緯 20 度間的熱帶地區，南北緯 20 度至 30 度的亞熱帶地區亦可植蕉，惟可能有霜凍及寒害之虞。溫度與雨量為影響香蕉生長最大的氣候因子。

1. 溫度

在不缺水的情況下，香蕉生長和果實發育所需的時間直接由溫度決定，適合香蕉葉片生長的溫度是 26 – 28 ℃，果房發育的溫度略高，為 29 – 30 ℃，但當溫度高於 34 ℃時將導致生理上的熱逆境，產生葉片灼傷、不整形、窄化及果皮褐化等現象，38~40℃時生長停止。在熱帶氣候區的華蕉，溫度低於 16℃時葉片停止抽出，10℃時生長停頓，11℃時果實發生寒害。低溫危害蕉株的現象在亞熱帶地區的蕉園較常發生。溫度低於 20℃時，蕉株生長和果房成熟均減緩；低於 16℃時，可導致抽穗困難、指尖褐化及果房變形等現象；低於 11℃時，果指發生寒害性的褐化，使催熟後的果品外觀不佳，呈現帶灰暗的黃色。低於 6℃時，葉片因葉綠素破壞而黃化、乾枯 (Stover and Simmonds, 1991)。當低溫的條件形成霜或冰雹時，都將對

香蕉的莖、葉及果實造成外觀品質上的損傷。

2. 水分

在潮濕的熱帶地區，雨水為次於溫度以決定何地為適合多數香蕉生產的因子。雨量高於 2500 毫米且分佈均勻的地區最適合香蕉生長。Manshard (1974) 認為一年中至少要有八個月的期間每月的雨水須超過 75 毫米。在無明顯乾旱季節，年累積雨量達 2000 毫米且每月雨量有 100 毫米，或年累積雨量小於 2000 毫米，僅數月雨量少於 100 毫米的地區，均無灌溉的需求。在有明顯乾濕交替的熱帶地區，即使年累積雨量在 1000-2000 毫米，仍有灌溉的必要。

此外，無強勁的風害及具充足的陽光等都是有助於香蕉適當生長與生產的氣象條件。

(二) 土壤條件

香蕉雖為草本植物，惟株型巨大，生長快速，葉面積及水分蒸散量均大，因此，維持正常生長與生理作用的水分需求量較高，須仰賴豐富的水分供應及分佈深廣的根系吸收來滿足。

香蕉脆弱的草質根群大部份分佈在地表下 30~45 公分的深度，小部份可穿入較深層的土壤，端視土壤深度、質地及內部排水等條件是否適宜而異。香蕉根系對土壤的物理限制因子相當敏感，土壤特性 (品質) 對香蕉根系發育和產量決定具有絕對重大的意義，選擇良好適宜的土壤是植蕉成功的先決條件。選擇土壤特性不佳的農地植蕉時，已註定失去獲得較高產量的先機，即使再多的優良肥料亦無法補救產量降低的損失。

高產蕉園的土壤應具備：1. 土層深度至少有 60 公分；2. 根系分佈範圍的土壤水分含量超過田間容水量的時間不應多於 24 小時；3. 排除滲漏速率低的黏質及壓實土壤 (Stover and Simmonds, 1991)；4. 地下水位離地表至少 100 公分等多項條件。而以沖積平原、沖積扇、三角洲、河階平台、昔日湖泊地區、海岸平原等肥沃沖積土壤及火山灰土壤所建置的蕉園通常是重要的高產蕉區。香蕉根系對土壤的物理限制因子相當敏感，高產蕉園與植蕉壽命長的蕉園都和適當的土壤條件有關。土壤孔隙度、機械阻力、排水、通氣、及有效性水等亦都是蕉園土壤選擇時的考量因素。香蕉可生長的土壤酸鹼值範圍甚廣，自 pH 4.0 至 pH 8.0 均有，但從施肥的養分有效性考量，以 pH 值 5.5-6.5 最為適宜。

在全球香蕉主要產區的熱帶美洲，蕉園建置選擇的首要條件為土壤質地，最佳的土壤質地等級為壤土，其次為輕黏質地土壤，一般適合香蕉種植的理想土壤質地從壤土 (Loams) 至黏壤土 (Clay loams) 均可，砂質土壤和黏粒超過 45%的土壤不被推薦作為蕉園使用。依據 Hartman (1929) 的研究，'大米七' ('Gros Michel' 或 'Big Mike', AAA) 果串大小和土壤質地呈相關關係，果把數目和果指長度隨土壤黏粒含量增加而減少。

高雄、屏東及台東地區的石礫地雖非一般農作的理想用地，只要不是位於低窪浸水地帶，當選擇種植香蕉時，由於排水良好，配合正常管理，植株通常高大，產量亦相對頗高，可見土壤排水對香蕉生育影響的重要性，惟植株易因扎根及立柱不深而倒伏。質地不佳的蕉園可藉客土或在表土中添加混合適當比例的優質土壤，為改善蕉園

土壤質地的可行方法，但成本甚高。

狹義的蕉園土壤肥力係指蕉園土壤所能供應香蕉植株在生育上必要養分的能力，此養分供應的能力，可作為蕉園肥培管理之參考。蕉農除了需要知道土壤可供應養分的能力外，亦應瞭解其它與蕉株生育有密切關係的土壤因子，如蕉園土壤的排水、酸鹼度，土層厚度與壓實程度，甚或重要微生物群的密度等特性，這些特性不僅影響土壤養分的有效性，與作物對養分的吸收能力，而且都是直接影響蕉株發育成長與產量品質的關鍵條件，其重要性不亞於土壤供應養分的能力。因此，蕉園土壤肥力不僅只討論土壤化學分析的結果與礦物營養成份的供應能力，應從廣義的角度去了解蕉園土壤的化學、物理及微生物特性，此三種土壤特性都有利於蕉株生育之蕉園，可謂高土壤肥力蕉園，在高肥力蕉園進行合理施肥，將可發揮最高施肥效益，降低施肥成本。若有任一土壤特性未盡理想，則應透過土壤管理的手段進行改善，並配合合理施肥原則，亦可以達到發揮較高施肥效益。

良好的蕉園土壤管理應在廣義的土壤肥力概念下進行。台灣農地利用率偏高，乾濕季節分明，連年耕作以後，多數土層在 15-20 公分左右會形成一密實而透水不良的硬磐或灰斑層，此兩種土壤構造都有導水性不良的缺點。蕉農在整地時，耕犁深度往往不及 20 公分，無法破壞或徹底消除以上兩種不良的土壤構造，除了導致土壤內的縱向排水不良外，也限制了蕉株球莖及其草質根向下伸展的空間，蕉株「浮頭」現象因此格外嚴重，倒伏的機會也相對增加。此外，當土壤乾燥時，地下水無法藉毛細現象向上移動，供蕉株根系利用，遇雨水過多或進行淹灌時，土壤水蓄積在不透水層上方，造成根系缺氧與花芽分化障礙，尤其是六月至九月間多雨的季節中，浸水時間愈長，對根系造成的傷害愈深，嚴重影響肥效和產量。由此可見，「選擇深厚、無不透水層土壤」和「深耕整地」在蕉園規劃管理上的重要與必要性。

(三) 品種

非正式的統計提及全球香蕉計有一千多個品種。台灣栽培的香蕉以芭蕉屬 (*Musa*) 中的正蕉宗 Eumusa) 為主，品種均為鮮食用的華蕉亞屬 (Cavendish subgroup, AAA)，佔種植面積百分之九十以上，重要的商業化品種有’北蕉’ (‘Pei-Chiao’)、’台蕉 2 號’ (‘Tai-Chiao No.2’)、’寶島蕉’ (‘Formosana’)、’台蕉 5 號’ (‘Tai-Chiao No.5’)、及’台蕉 7 號’ (‘Tai-Chiao No.7’)。前二者為對土傳性真菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (TR4) 引起的香蕉黃葉病 (Fusarium wilt, 或 Panama disease) 感病的品種，後三個品種則為台灣香蕉研究所研發釋出的耐病品種，此 5 個華蕉品種均對黑星病 (Freckle disease) 及病毒病 (含嵌紋病及萎縮病) 感病。其餘的栽培品種以屬 ABB 基因型的’南華蕉’ (‘Pisang awak’ 或’Kluai namwa’) 為最普遍，蛋蕉 (‘Pisang mas’, AA) 、’玫瑰蕉’ (cv. Rose, AA)、’呂宋蕉’ (‘Latundan’, AAB)、假呂宋 (‘Mysore’, AAB) 及紅皮蕉 (‘Morado’, AAA) 亦均有零星的種植，這些華蕉以外的品種均統稱為芭蕉。在澱粉含量較高、兼可鮮食及煮食的煮食蕉 (Cooking bananas) 品種中，南華蕉屬之。至於在中南美洲、非洲、大洋洲及東南亞熱帶地區需經烹煮的主要糧食作物-菜蕉 (Plantains, *Musa paradisiaca* L.) ，如 Horn plantain (角蕉, AAB)、French plantain (法蕉, AAB) 及’Saba’ (ABB), ‘Cardaba’ (ABB)、’Bluggoe’ (ABB) 等品種在台灣幾無種植。

(四) 灌溉

水為香蕉生產最重要的非生物性限制因子。香蕉株型巨大，生長快速，葉面積及水分蒸散量均大；香蕉根系有分佈廣而淺，對土壤穿透力弱，在土壤乾旱狀況下，有水分吸收能力弱，抗旱性低，及對缺水現象敏感的生理特性。為維持正常的生理作用與營養生長，須仰賴豐富的雨水或灌溉規劃。因此，蕉園中雨量和水分供應量的多寡與土壤含水量的控制，在蕉株生育和健康管理上佔有重要的地位。土壤保水能力、有效根系分佈深度、有效水分消耗百分率等決定灌溉水量，作物係數及蒸發散量決定灌溉頻率。從蒸發散量的研究估算，蕉園在晴天平均每月須供水 100 公釐，幼苗期的植株尚小，供水量相對較少；植後三個月，隨著植株生質量的迅速增加，蕉園的蒸發散量大幅增加，水分供應量與供應頻率亦應適度增加。雨季時節可視狀況免去灌溉，初夏雨水尚未來臨前的枯水期長達五至七個月，是加強水分供應的時期，每週至少供水二至三次，以使根圈土壤保持潮濕為原則，避免過乾與過溼的土壤水分逆境，限制根系的發育和正常生理現象。

蕉園設置水分張力計監控土壤水分時，在根系密集深度 (30 - 35 公分) 的土壤水分張力達 -0.2 至 -0.3 分巴時，即應進行供水措施。傳統淹灌 (漫灌) 的水分供應方式效率最低，管路灌溉的灌溉效率較高且易掌控，省工、省時、省水，可避免傳統灌溉中肥料流失導致分佈不均。土壤過乾與過溼的水分逆境，及黃葉病病原菌隨著灌溉水流散佈田間的缺點，軟管噴灌是較常用的灌溉方式。滴水施肥灌溉 (drip fertigation) 則是目前先進蕉園水、肥管理效率最高的組合。蕉株在蕉苗定植初期、花芽分化期及果房發育期，應特別注重適時與適量的水分供給。肥料施用前後亦應有適當水分供應的配合以提高施肥效益。

二、種植密度及預期產量

香蕉種植密度的視地形、土質、栽培制度及行株距而異，一般矩形種植的行距及株距為 8-8 尺 (2.4-2.4 公尺)、8-7 尺 (2.4-2.1 公尺)、或 7-7 尺 (2.1-2.1 公尺)，每公頃可分別種植 1,702 株、1,945 株、及 2,222 株。寬窄行種植 (雙行密植) 以寬行 3 公尺、窄行 1.2 公尺、株距 2.1-2.25 公尺，採三角形高畦種植，種植密度每公頃 2,116-2,267 株。香蕉產量視種植品種、種植密度、採收季節及黃葉病罹病率而異，期間變化甚大；北蕉冬春蕉果房重量較低，約為 15-25 公斤/串，夏秋蕉較重，約為 25-35 公斤/串；北蕉產量和台蕉 5 號相近，寶島蕉和台蕉 7 號相近，其中又以寶島蕉產量最高，較北蕉可高 30-40%。3-6 月間在南部高屏地區每公頃種植 2,000 株北蕉的總產量，以失收率 10-15%計算，每公頃約在 30 - 45 公噸左右。種植密度影響香蕉產期及產量相當明顯，種植密度高的總產量較高，惟生育期延長，反之，則採收期可提前。

三、香蕉生育階段

香蕉自植苗至採收的生育時期可大致分為前、中、後等三個階段，即營養生長期、花芽分化期、及抽穗與果實發育期，各階段的時間長短視季節不同而異，若以生育期為一年、在三至五月份定植組織培養苗的北蕉為例，此三個生育階段分別約在蕉苗定植後 1-3、4 個月、4-6 或 5-7 個月及 7、8-12 個月，其他如八月或十一月份種植蕉苗

的三個時期長短亦不相同。香蕉產量的高低決定於花芽分化期所產生果把數及果指數的多寡，此又與蕉株生長環境中的氣溫、土壤水分、營養等條件有關。在營養方面，蕉株生育初期隨著生質量的快速增長，其養分需求量同步增加，肥料供應亦應及時到位，始可維持蕉株正常的生長與發育，以保證達成花芽分化的最大潛能，直至抽穗。因此，香蕉的施肥量係隨著成長而逐漸增加，在花芽分化期 (約為蕉苗定植後 4-7 個月) 達到高峰，後再略減即可，如能在抽穗前後將每株香蕉的年度肥料預算量施用完畢，從量的分配角度將可發揮肥料施用的最大功效。

四、香蕉營養

(一) 營養需求

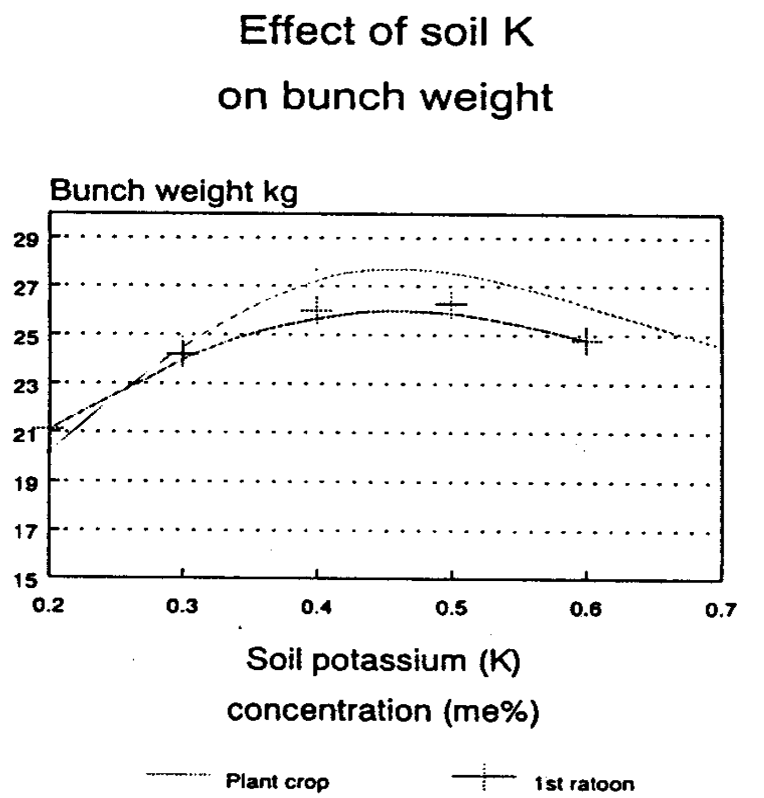
香蕉生育所需的必要營養要素有氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫等大量要素，及鐵、錳、銅、鋅、硼等微量要素。個別要素含量有其適當的範圍，足夠且均衡的元素攝取是確保香蕉產量和品質的必要條件。香蕉為嗜鉀作物，在一般土壤品質的蕉園施肥管理中，鉀肥的供應應特別重視 (表一、表二)。香蕉葉片及果實中的鉀相對較其他大量要素均高，尤其在果實中可超過 50 % (以乾重計)。香蕉產量或果串重量明顯受到土壤交換性鉀含量的影響，然報酬遞減率的原則亦適用於兩者間的關係(圖一)。

表一、不同果樹在採收時之三要素移出量

果樹	產量	氮	磷酐	氧化鉀
	(公噸/公頃)		(公斤/公頃)	
芒果	15	100	25	110
香蕉	57	322	73	1180
柑橘	20	22	12	57
鳳梨	84	150	45	530
木瓜	80	225	60	180
葡萄	20	160	40	180
荔枝	10	220	35	290

表二、不同作物之三要素含量

果樹	產量	氮	磷酐	氧化鉀
	(公噸/公頃)		(公斤/公頃)	
玉米	6	120	50	120
小麥	6	170	75	175
馬鈴薯	40	175	80	310
番茄	50	140	65	190
花生	2	170	30	110
向日葵	3	120	60	240
蘋果	25	100	45	180
酪梨	15	40	25	80
柑橘	30	270	60	350
香蕉	40	320	60	1,000



圖一、土壤交換性鉀含量對香蕉果串重量之影響

(二) 營養功能及缺乏徵狀

1. 巨量元素

(1) 氮

氮為影響香蕉生育的重要因子，適量施用可以促進植株發育，增加果房長度、果把數及產量，促進開花結果，提早採收，但氮肥用量過高，對發育和產量反有負面影響，並易遭致病蟲害，降低品質，增加運輸貯藏腐敗率。氮肥不足時，生長緩慢，葉色黃綠，葉脈及葉柄略帶淡紅，葉數減少，葉片間距縮短，行成叢狀，新葉變小，展開之日延長，產量下降。

(2) 磷

磷影響香蕉植株高度、假莖莖週、葉片數及葉長的效果較小，植株的含量遠較氮、鉀低，一般蕉園土壤 Bray-1 磷含量達到 20 mg/kg 即不缺磷。施用磷肥可以促進根群發育，增進產量，施用過量，果指發育反受抑制。香蕉缺磷的徵狀為葉片生長緩慢，初時色青，葉緣變黃，形成壞疽。

(3) 鉀

香蕉植株含有高鉀成分為其營養需求特性，鉀含量與氮含量相近。鉀除可促進植株發育，還可使果把數增加，果指增長，增加香蕉產量。鉀可使果皮增厚，品質提高，更耐貯運。加強對病蟲害及寒害抵抗力。缺鉀時，香蕉葉片變小，花芽分化延遲，果指彎曲而瘦，果指數及果把數減少，果指變小。鉀量偏高時可能導致鈣、鎂含量偏低失衡。缺鉀的徵狀為葉片伸出緩慢，老葉提早黃化，葉緣及葉尖迅速枯萎，葉尖向葉片基部反捲。

(4) 鈣

鈣的主要功能為中和植物體內過剩的有機酸，可強化細胞壁組織，降低對病害的感病性，調節體內水分，是根系發展與吸收功能發揮的重要元素。鈣對

香蕉產量影響較小，對果實品質影響較大，適量的鈣可以提高貯運壽命與果實品質，防止果皮縱裂。缺鈣的徵狀為新葉葉片變形或殘缺，稱為 Spike leaf，新葉上產生平行於中肋的黃色條紋，第四、五老葉邊緣黃化後形成壞疽。葉脈粗厚，成皺摺狀，根系易腐。鈣的吸收受土壤中的鉀、鎂及銨離子 (NH_4^+) 濃度的影響有顯著的拮抗現象。對華蕉亞屬 (Cavendish) 而言，土壤鈣有效指數為 0.7 cmol/kg (meq/100 g)。香蕉缺鈣現象多發生在初春季節的山坡地及少數平地蕉園。

(5) 鎂

鎂為葉綠素分子的重要組成要素，直接影響光合作用，亦為許多酵素的成分，協助磷在植體內的移動。鎂參與光合作用、碳水化合物等代謝作用及核酸形成作用，和碳水化合物轉移、促進磷的吸收和運輸等均有關係。由於鎂在植體內易於移動，香蕉缺鎂時，老葉葉緣和中肋間呈現黃化徵狀，但葉緣和中肋仍保持綠色。此外，葉柄呈紫色或藍色斑，葉鞘脫離假莖。果實變小，果肉顏色轉黃。鉀肥施用過量和酸性土壤多會導致缺鎂，缺鎂是香蕉常見的現象。

(6) 硫

硫為半胱胺酸 (cysteine)、胱胺酸 (cystine)、及蛋胺酸 (methionine) 等主要胺基酸、葉綠素合成及活化 ATP-sulfurylase 的必需元素，是確保香蕉植株健康、高產及高品質的營養元素。香蕉缺硫時，新葉呈黃白化或延遲轉綠，葉片變小、變軟，易撕裂，葉脈變厚，葉緣成波浪狀，生長減慢。惟隨著硫酸銨的施用，香蕉缺硫的現象極少發生。

2. 微量元素

(1) 硼

硼是細胞壁形成、萌芽、開花及結果不可缺乏的要素，並參與醣類轉移及代謝作用。蕉株缺硼在酸性砂質地較易發生，但當土壤酸鹼值提高時亦易導致土壤硼的有效性降低。缺硼時，新葉不完整或捲縮變形，生長受阻，與缺鈣的徵狀接近，根系發育受阻。新葉底面出現垂直於葉脈的白化條紋，葉脈變粗。缺硼可導致果串變小，重量減少，個別果指不飽滿，及果肉有琥珀色沉澱斑的現象。香蕉在生育過程中對硼的吸收相當穩定，每株每月約在 40 毫克 (Walmsley and Twyford, 1976). Coke 與 Boland 建議土壤硼濃度應在 0.1-1.0 毫克/公斤 (mg/kg)。硼的施用可促進植株對鈣的吸收和轉移，可降低鈣的缺乏現象。硼及鈣除可增強香蕉植株對逆境適應及抵抗真菌侵害的強度，香蕉吸收充足適量的硼及鈣對果實品質如果皮強度、果肉結實度及貯藏壽命亦均有正面的作用。

(2) 鐵

鐵是細胞色素及非血紅素鐵蛋白質的成份，和光合作用、固氮作用、硝酸鹽及硫酸鹽的還原等作用有關。健康植株的鐵吸收量約 1 - 3 公克，其中 80 % 在生育前半期就吸收完成。蕉株缺鐵時，整片新葉成黃白色，生長受阻，果串變小。缺鐵現象多在鹼性、高地下水位及高錳含量土壤發生。

(3) 錳

錳是許多酵素反應、光合作用、及胺基酸和蛋白質合成過程的必要元素，也在葉綠素形成及硝酸鹽還原中扮演重要角色。金屬過氧化酵素濃度可以作為缺錳的標記。蕉株缺錳時，在第二或三新葉葉緣出現鋸齒狀白化現象，並向中肋延伸。在酸性土壤會有錳毒害發生，當葉片錳含量高達 6000 毫克/公斤時將減少吸收鈣 30 %、鎂 40 % 及鋅 20 %，導致蕉果發生黃膨 (mixed ripe) 的生理

異常現象。

(4) 鋅

鋅是許多酵素的主要成份，它調節植體水分、強化細胞膜的完整性，鋅在植體內不易移動。香蕉缺鋅在所有香蕉產地是常見的問題，特別是沒有和母株一起生長的幼株。香蕉缺鋅時，在新葉葉背上出現高濃度花青素的徵狀，生長受阻，葉片直立變窄，擬似萎縮病葉部病徵，並在葉脈間產生白色至黃色的條紋，隨後形成方形壞疽。通常鋅在植體內保持相當穩定的濃度，但在生長末期會有快速的累積。缺鋅果串的果指扭曲，指尖呈現明顯的淡綠色。

(5) 銅

銅亦在多種酵素反應途徑中扮演重要角色，可以影響氮及碳水化合物的代謝作用。缺銅時所有葉片成黃銅色並下彎成傘狀，有時候新葉喪失直立性，葉片簇生，植株生長受阻。銅毒害可能在葉片保護措施上因過量施用波爾多液而發生。

氮缺乏-1

氮缺乏-2

磷缺乏-1

鉀缺乏-1

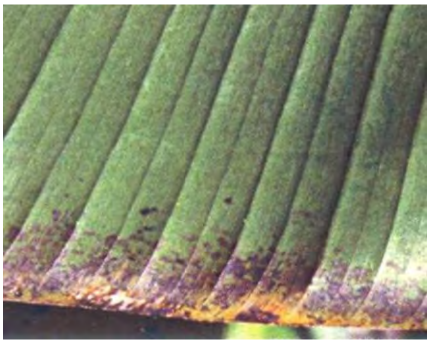
鉀缺乏-2

鈣缺乏-1

圖二、香蕉各種養分缺乏徵狀

鈣缺乏-2	硫缺乏-1
鎂缺乏-2	鎂缺乏-1
鐵缺乏-1	鐵缺乏-2

圖二、香蕉各種養分缺乏徵狀 (續 1)

	
錳缺乏	錳毒害
銅缺乏	鋅缺乏
硼缺乏-1	硼缺乏-2

圖二、香蕉各種養分缺乏徵狀(續 2)

五、土壤肥力分析與葉片營養診斷

土壤是供應植株養分的主要來源，土壤肥力的高低影響香蕉基本的生長和產量，土壤肥力的加強及香蕉的營養管理可藉由肥料的施用來達成，惟種植者須先瞭解營養問題的所在，以便選擇使用正確的肥料種類和劑量。許多診斷技術可資運用以評估土壤營養狀態和蕉株需肥量，例如營養缺乏徵狀、田間和盆栽試驗、土壤檢測和植體分析等，後兩者是最基本也是應用最廣的方法。

(一) 土壤檢測及葉片分析

科學且合理的作物施肥，應參考土壤肥力檢測與作物植體營養分析的結果，觀察

作物生長發育的情況，作為施用量調整的依據。過去，多數蕉農習慣於憑藉直覺、經驗、植體外觀、農友間口授相傳，或肥料商推荐來決定肥料施用的種類和施用量，在肥培管理的觀念與作法上不科學且事倍功半，因施肥不當衍生土壤品質與作物生產的問題。

蕉園土壤肥力檢測係瞭解土壤品質特性的方法與過程，檢測結果可作為土壤品質改良、土壤養分狀態、作物生長與營養問題診斷、作物施肥量推薦等農田生產管理的重要參考依據。香蕉葉片營養分析結果則可提供作為營養狀態的監測、營養是否平衡與缺乏等問題的確認、預測生長期間的營養問題、診斷及校正營養問題、配合土壤分析提供施肥推薦、了解土壤肥力和香蕉營養吸收間的交感關係、及葉面施肥配方設計等項目的資訊來源。

蕉園土壤肥力檢測、檢測結果分析解釋、施肥量規劃與推薦、蕉株葉片採樣分析、施肥計畫修正評估，為蕉園進行合理化施肥的步驟與過程。因此，如何以標準的方法取得具田區代表性的土壤及植體樣本是蕉園土壤檢測及香蕉葉片分析工作的先決條件。

(二) 蕉園土壤採樣

透過土壤檢測可以瞭解土壤特性和現狀，是擬訂農作物肥培管理策略的重要基本工作。土壤檢測結果的正確性決定於是否取得可反應土壤實質特性的代表性土壤樣本，因此，正確的土壤採樣概念和方法成為現代農民作好肥培管理前應具備的基本知識。

採樣工具：包括不銹鋼材質的採土器、圓鍬或移植鏝，樣本混合用的塑膠桶，盛裝樣本的塑膠袋或樣本紙袋，及簽字筆、記錄表等。

採樣原則：為避免在園區內接近農路邊、周界邊、田舍倉庫邊、施肥、積水處、入水口、出水口、新近施肥點，及任何可能受到非自然因素影響的位置採取土壤樣本，以免干擾檢測結果及應用判斷，此原則亦通用於種植不同作物的農地。

採樣時機：新植蕉園在定植蕉苗前二至三個月即先行採樣，待收到檢測報告後，可依香蕉研究所提供的建議擬訂該年度的蕉園土壤及肥培管理計畫。在宿根蕉園除可參考前一年或二年之土壤檢測結果外，亦可在蕉果大量採收前二至三個月採取新的土壤樣本進行分析，採樣點可選在過去施肥的範圍內。

採樣頻率：蕉園在第一次開始作土壤檢測時應每一或二年進行採樣一次，以瞭解該園土壤肥力在營養管理下的變化狀態，當四年中累積至少有二次檢測的資料，以後每三至四年採樣檢測一次即可提供足夠的土壤訊息。

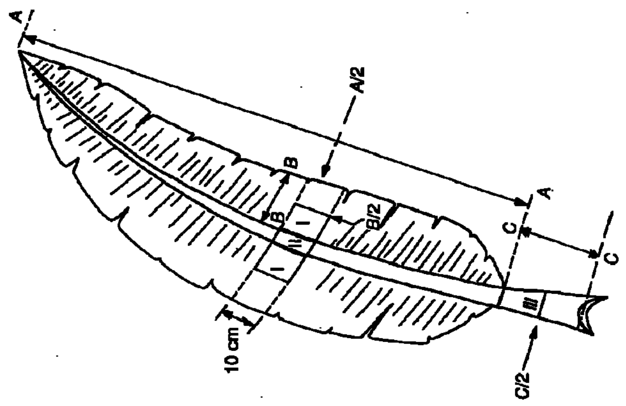
採樣路徑：土壤採樣路徑依採樣設計而異。一般在較均一的蕉園中可採用簡單逢機的採樣法，當採樣點數少時可採取鋸齒狀的採樣路徑或格子系統採樣法。在山區蕉園或有地勢、土型、土色等變異因子的蕉園，宜將蕉園劃分為數個採樣區，按分層逢機採樣法採樣，在採樣區則可選擇簡單逢機採樣法或鋸齒狀採樣法採樣。

採樣數量：台灣蕉園面積一般多在一公頃以下，一個混合樣本對平地蕉園即已足夠，每個混合樣本可由集合 15-20 個採樣點的土壤而成。如果蕉園的外觀如坡度、排水、土壤顏色、質地或栽培管理有明顯變異時，應依其差異範圍將蕉園劃分為一個以上的採樣區域，每一採樣區分別採取一個組合式樣本進行分析。山地蕉園依此原則進行分區採樣的情形較普遍。

採樣方法：在採樣點上先撥開地表的雜草和有機殘體，以採土器垂直插入土壤中至 20 公分深度，旋轉拔出後，以乾淨的螺絲起子或細長的物體將採土器內的土壤掏出倒入塑膠桶內。遵循同一動作將 15 - 20 個逢機採樣點的土壤集中在塑膠桶內，混合均勻，重量約 0.5- 1.0 公斤，裝入乾淨的塑膠袋或樣本紙袋後封妥，袋外以簽字筆註明送件者姓名、地址、電話、作物種類（香蕉），盡可能加註土地地段號，超過一個樣本時記得加上編號，再送往台灣香蕉研究所或農委會各地區農業改良場進行分析。樣本重量超過 1.0 公斤時可以四分法減量。20- 40 公分的底土樣本亦以同樣方式採取。如係以圓鍬或鏟子採樣時，可以工具先掘出一深 20 公分的 V 形穴，以移植鏝沿穴的斜坡均勻採取厚約 1.5 公分的土壤層移入塑膠桶內，其餘採樣點依同法處理。

(三) 香蕉葉片採樣

為有效運用植體分析技術作為營養狀況研判與擬訂妥善決策的參考依據，謹慎收集及準備香蕉葉片樣本實為必要的手段。Martin-Prével (1974、1977) 所提出的國際香蕉生理團體通過國際參考採樣方法 (MEIR)，制訂香蕉葉片分析的標準採樣方法，統一採樣的部位為蕉株完全展開的第三葉片不含中肋的葉片部位、第三葉片的中肋及第七葉片葉柄接近葉片的一半部位 (圖三)，現行的香蕉葉片採樣以完全展開的第三葉不含中肋的葉片部位為主。採樣時機有兩個，一在花芽分化期，一在抽穗後的終花期 (即中性花出現時)，採樣的蕉株數量最少應為 6 株，視蕉株葉片大小而定。



圖三、香蕉葉片採樣之位置

(四) 蕉園土壤及葉片營養適宜範圍

蕉園土壤及香蕉葉片樣本經分析後的結果應當能提供有關土壤肥力現狀及蕉株營養狀態的資訊。解讀分析報告時，須依據香蕉生育所需土壤肥力及葉片營養的最低標準 (臨界值) 為基礎，判斷香蕉植株的營養狀況，並調整未來的施肥管策略。多位學者及產蕉國針對蕉株第三葉片發表的營養臨界濃度如表三所示。

表三、香蕉研究人員及不同地區所提出之香蕉第三葉片臨界養分濃度

元素	含量	Lahav & Turner (1983)	Hewitt & Osborne (1962)	Payne (1970)	Murray (1960)	Boland (1974)	Windward Islands	Costa Rica Atlantic zone	Honduras
N	g/kg	26	26	-	26	28-30	26	24	24
P	g/kg	2	2	-	1.9	1.7-2.4	1.5	1.5	1.5
K	g/kg	30	27.4	-	27.4	31.5-33.2	3.5	30-35	30-35
Ca	g/kg	5	10	7.3	10	3.6-7.2	4.0-4.5	4.4	4.5
Mg	g/kg	3	3.6	-	3.6	2.4-4.2	2.2	2.2	2.0
S	g/kg	2.3	-	2	-	-	1.6	-	1.8-2.0
Zn	mg/kg	18	-	18	-	-	-	-	15-18
B	mg/kg	11	-	11	--	-	-	-	-
Mo	mg/kg	1.5-3.2	-	1.5	-	-	-	-	-
Fe	mg/kg	80	-	80	-	-	-	-	60-70
Cu	mg/kg	9	-	9	-	-	-	-	5
Mn	mg/kg	25	-	150	-	-	-	-	60-70

來源：Stover and Simmonds (1987) : Bananas.

台灣蕉園土壤肥力與蕉株葉片主要養分之參考臨界值見表四所示。

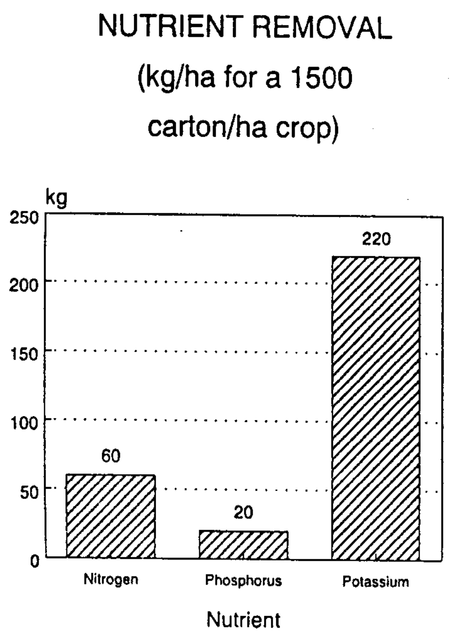
表四、台灣蕉園土壤肥力與蕉株葉片主要養分之參考臨界值

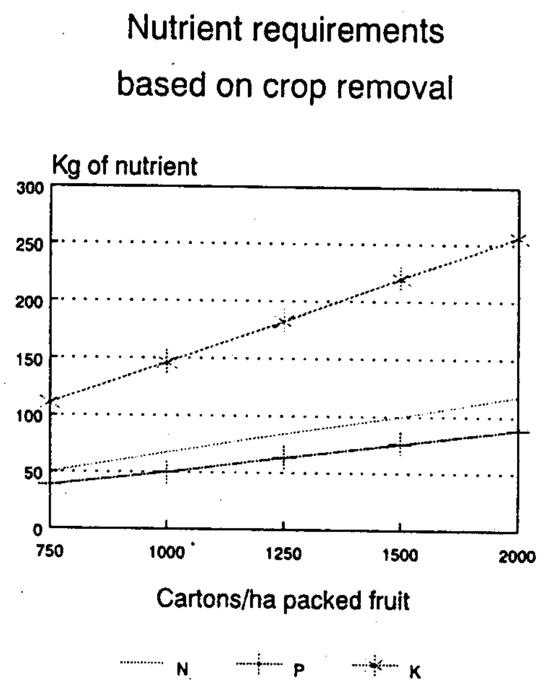
	酸鹼值	有機質	Bray-1磷	交換鉀	交換鈣	交換鎂	鐵	錳	銅	鋅
		毫克/公斤					毫克/公斤			
土壤	5.5-6.5	＞20	酸土80 鹼土20	150	1,200	140	-	-	-	-
		氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅
		-------------------公克/公斤--------------------					--------------毫克/公斤-----------			
葉片		35-45	2-4	38-50	8-15	2.5-8.0	76-300	100-1000	6-25	20-200

六、肥料推薦

(一) 養分吸收及移除

蕉園可供給天然養分的來源包含土壤礦物質、土壤有機質、動植物殘體、降雨、灌溉水等，以上來源的有效養分供應總量不足蕉株維持正常生育的需求時，才透過施肥補充。香蕉生育期中所吸取的養分僅有果實的部份是在採收後被移出園區 (圖四)，其餘均以殘株形態留存園內，可經分解釋出進入養分循環途徑長期供後作利用，後作的施肥量通常以移出量作為補充的參考。各養分元素留存園內的比例不同，在鮮蕉年產量 50 公噸/公頃的蕉園中，以氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫等六種大量要素及微量要素硼、銅的移出較多 (表五)，尤以鉀之移出最多，所應補充的施用量亦相對較多，但須扣除上述來源可供應的天然養分有效量，故蕉園每年所需施用的肥料量實際上並不多。





圖四、香蕉採收後每公頃三要素之移出量及補充量

表五、在年產量 50 公噸/公頃蕉園中各種營養元素之平均移出量與留存量

營養元素	果實移出量	植體留存量	總量	移出率
	(公斤/公頃)	(公斤/公頃)	(公斤/公頃)	(%)
氮	189	199	388	49
磷	29	23	52	56
鉀	778	660	1438	54
鈣	101	126	227	45
鎂	49	76	125	39
硫	23	50	73	32
氯	75	450	525	14
鈉	1.6	9	10.6	15
錳	0.5	12	12.5	4
鐵	0.9	5	5.9	15
鋅	0.5	4.2	4.7	12
硼	0.7	0.57	1.27	55
銅	0.2	0.17	0.37	54
鋁	0.2	2.0	2.2	9
鉬	-	0.0013	-	-

來源：Tropical Banana Information Kit, Agrilink Information Unit, DPI, Queensland, Australia.

(二) 施肥量與施肥方法

1. 有機質肥料施用

有機質肥料之施用量均以噸計，在資材成本上佔有相當高的比例，應審慎選擇。從土壤保育與地力維護的觀點，有機質肥料的選用當以腐熟、長效、廉價、無二次公害及合法登記為基本原則，配合適量的化學肥料施用，可達到增產、保育與改善土壤品質的多重目的。自製堆廄肥、各種粕類及農產加工下腳料等都可作為香蕉園土壤的有機質來源。有機質肥料可提供蕉株所需的部份養分，故在化學肥料的用量上可酌情減少。

有機質肥料須與土壤充分混合後始能發揮其改善土壤排水、通氣，涵養養分及建立有益微生物根圈之功能，一般在整地時即施用。有機質肥料作為蕉園基肥使用時的施用量約為每年每公頃 4 - 8 公噸，亦有施用達 20 - 100 公噸者。有機質肥料應於蕉苗定植至少 10 - 14 天前整地時施用，與植畦土壤均勻混合，發揮有機質肥料在營養供應與土壤改良上的功能，或可於定植組織培養蕉苗前，將 1-2 公斤有機質肥料置於植穴內，覆入土壤後再植苗。有機質肥料亦可於中耕時期，在蕉株一側或兩側開溝，施入後覆土。經採收後殘留之假莖枯葉，可於開溝施肥同時，一併移入溝內掩埋，促進腐化，作為蕉株之養分來源。

採用綠肥作為蕉株的養分來源時宜提早種植，並於整地植蕉前犛入土壤中，避免植後犛入，傷害蕉株根系，提供黃葉病病原菌由傷口侵入蕉株根系的機會。為減少有機質肥料流失及氮的揮發損失、維持土壤微生物與腐植質的活性，有機質肥料應保持適當的水分，避免直接作地表撒施，因裸露乾燥而喪失改善土壤物化性之功效。有機質肥料宜長期施用，並和土壤充分混合，逐漸累積，才具有促進蕉株生育、產量、品質和抑病的功效。

2. 化學肥料施用

蕉農在香蕉栽培計畫中應先依據經驗及土壤檢測資訊，設定全期化學肥料施用量。推薦在正常土壤的蕉園以鉀肥含量較高之特 4 號複合肥料（11-5.5-22）為主，施肥量一般在 1.5- 2.0 公斤/株/年已足夠，以三至五月間種植組織培養蕉苗為例，全量可依 5%、10%、20%、30%、20% 及 15%分六次施用 (表六)。

第一次施用在蕉苗定植後一個月，以後每月施用一次，在中株期 (花芽分化始期或是植後三至四個月) 應施用半量以上，其餘用量則於蕉株抽穗前後（約為植後五至七個月）施用完畢，蕉株在抽穗後的果房發育期間因營養生長停止，已無施肥必要，充足供應水分及加強葉片保護則是蕉園管理重點。

其它月份種植蕉苗時，施肥次數應視土壤特性與生長季節的氣候條件作彈性調整。例如，排水良好的砂質地宜增加施肥次數，並減少每次施用量。連續多雨季節則應延緩施肥，必要時得把握雨停時作少量施肥，避免肥效降低。浸水蕉園務必在排水完成，土壤含水量大幅降低後始可少量施肥，以免造成肥傷。

一般蕉園幾少缺磷現象，缺鉀則屬常見，交換性鉀含量低於 150 毫克/公斤的土壤，在施肥過程中應分批每株補充氯化鉀 0.5- 0.8 公斤（氧化鉀 0.3- 0.5 公斤），於花芽分化期開始時（植後三至四個月）施用，在抽穗前施用完畢，以滿足香蕉植株的高需鉀特性。

肥料施用的位置，中株期（植後約三個月）以前可在植冠下的四周圍行全面撒

施，中株期以後，以離蕉株約 30 公分的植冠下進行環施為宜，肥料的寬度應在 20 公分以上；山坡地施肥宜選擇坡度上方，可避免流失；砂質土壤蕉園以少量多施為原則。雨季時可視降雨情形斟酌調整施用次數與用量。

尿素、硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀等單質肥料亦可施用於蕉園，其相對用量宜視蕉園土壤肥力而調整，適量的氮肥與多量的鉀肥是香蕉園施肥的基本原則；肥料三要素的調配比例以 2-1-4 或 2-1-6 作為參考。

氮來源以硝酸態氮之肥料為佳，長期可降低土壤酸化程度。宿根苗蕉株的施肥量可較組培苗及吸芽苗蕉株減少三分之一 (表七)。

表六、特 4 號複合肥料 (11-5.5-22) 施用時期及施用率

施用時期	植後					
	一個月	二個月	三個月	四個月	五個月	六個月
施用率	%					
	5	10	20	30	20	15
施用量（公克/株/年）	75 - 100	150 - 200	300 - 400	450 - 600	300 - 400	225 - 300

表七、不同蕉苗種類之三要素推薦量（公克/株/年）

蕉苗別	氮	磷酐	氧化鉀
組培苗	165 - 220	82.5 - 110	330 - 440
吸芽苗	165 - 220	82.5 - 110	330 - 440
宿根苗	110 - 165	55 - 80	220 - 330

香蕉生長最適宜的土壤酸鹼值是 5.5- 6.8。土壤偏酸除降低養分的有效性外，酸性土壤亦常導致土傳性香蕉黃葉病 (Fusarium wilt) 的發生與蔓延。強酸性 (pH ＜5.5) 土壤多有缺乏鈣 (＜1200 毫克/公斤) 或鎂 (＜140 毫克/公斤) 的現象，應在整地建畦時以土壤改良劑如農用石灰、苦土石灰 (白雲石粉) 及蚵殼粉等石灰資材矯正，並使與土壤充分混合，施用量以每公頃 3- 5 公噸為原則，既可補充鈣或鎂，提供所需養分，又有改善土壤品質，促進肥效的功能。非酸性土壤中的鈣鎂不足時，可以硫酸鈣及硫酸鎂等補充之。香蕉缺鈣可能導致香蕉催熟後的裂果現象；鉀鈣失衡 (鉀多鈣少) 時，可能導致果肉硬心 (Rubberiness) 的品質瑕疵。

土壤應有適當的含水量才可促進肥料溶解，根系的發展與吸收，提升肥效。蕉園施肥應選在淹、灌水二天後進行，或施肥後啟動噴水器略作噴灑，以濕潤地表。雨季期間，不要在雨水稍停時即進行大量施肥，以免造成肥傷，降低肥效，甚至感染黃葉病。

3. 香蕉合理化施肥

蕉園「合理化施肥」遵循「適時、適量、適地、適肥、適法」的原則，其意義係為作好蕉園肥培管理工作，獲得最佳的蕉株生育、產量和品質狀況，並期望能避

免施肥過量所導致的土壤品質劣化和香蕉黃葉病危害，延續蕉園植蕉壽命，降低生產成本，提升植蕉收益，亦即是為維護蕉園土壤的健康和香蕉產業的永續經營。蕉園合理化施肥的完整流程應包含：(1)土壤肥力分析；(2)有機質肥料施用；(3)化學肥料施用；(4)葉片營養診斷；(5)肥培管理記錄；(6)產量品質追蹤及(7)施肥計畫調整等七個步驟。

七、新興施肥與灌溉方法

台灣年均總雨量雖高達 2,500 毫米，但因雨量分佈極端不均，旱雨季分明，復因西部平原河流短促，腹地狹窄，地表貯集水能力有限，每年雨季以後，經常發生農業用水缺乏的困境。開發與有效利用有限水源，充分支持農業生產的供水需求應是農業長遠的重要政策。面對氣候變遷的環境，未來溫度持續上升，中、南部地區乾旱發生次數雖略有減少的趨勢，但乾旱期間、乾旱程度及強度均呈明顯增加，西部平原又屬於連續 100 日不降雨的大旱可能發生地區，農業灌溉方法與設施的選擇應以長期省水、省工、省時、提高肥效及降低田間蒸發散量為重點。

蕉園灌溉以管路灌溉較傳統溝灌和淹灌有更高的效率，不僅可經常保持潮濕的土壤狀態，提供蕉株根系穩定而良好的生長環境，並可提前抽穗、提高肥效，節省水、電、人工及時間等生產成本，減少肥料及表土流失。對於香蕉黃葉病感染的蕉園，更可因土壤水分含量的有效控制，降低灌溉水移動帶菌土壤的機會，可延緩黃葉病在蕉園內的蔓延。

管路灌溉中又以肥灌系統的效果最佳 (圖五、圖六)，為全球產蕉大國如印度、中國大陸、哥斯大黎加，及澳洲、加納利群島等地區普遍使用的灌溉與施肥同步模式，對水源與肥料的節省與利用效率具有立竿見影的效果，實為蕉園最佳的節水管理措施，為能未雨綢繆，有關當局可以思考逐步推廣蕉園滴水肥灌的使用，同時協助農民在山坡地蕉區廣設蓄水池，利用地勢差改善蕉園灌溉條件，並結合太陽能發電系統作為自動灌溉統的能源。

圖五、以色列蕉園滴水施肥系統

圖六、簡易蕉園滴水施肥系統

八、蕉園雜草管理-草生栽培

香蕉園管理重視雜草防除，最常用的方法為噴施除草劑及地表覆蓋，如鋪置雜草抑制蓆、塑膠布或有機資材。噴施除草劑僅暫時將雜草消除，未來仍需不定時噴施，長期對人體及蕉株健康、蕉園土壤生態品質及環境都造成極負面的影響。台灣香蕉黃葉病的嚴重擴散，應與蕉園長期大量使用除草劑，導致土壤微生物相的平衡被破壞有關。為降低香蕉黃葉病對台灣香蕉產業的危害，減輕蕉農辛苦勞動的損失，延長蕉園植蕉壽命，香蕉黃葉病的控制須由減少蕉園除草劑使用的雜草管理方式作檢討與調整。

台灣香蕉研究所進行二十年有機香蕉栽培管理實務的經驗顯示，香蕉園在不噴施除草劑的管理模式下採行草生栽培，香蕉的生產具有可行性 (圖七)。對大多數蕉農而言，香蕉與雜草同時存在蕉園中的現象是難以接受的狀況，惟因草生栽培對蕉園土壤及肥料管理的優點很多，其中對蕉園最大的助益即是穩定蕉園土壤，避免病原土壤移動，減少肥料流失，豐富土壤微生物相，降低香蕉黃葉病罹病率，故是值得推廣的蕉園管理模式。

圖七、草生栽培有機蕉園

蕉園草生栽培可以兩種方式經營，一種為先保持原有自然草相，在雜草管理時將不欲保留之草類清除，以逐漸減少園內雜草種類，持之以恆，隨著蕉株成長所形成的樹冠遮蔭效果，蕉園雜草將趨於弱化，達到簡化草相、管理容易的目標。另一種方式

為在整地後定植蕉苗前先行撒播欲植的矮性栽培草種，如假儉草、地毯草、類地毯草及兩耳草等，待植草成長後始定植蕉苗，可以抑制部份雜草的生長趨勢，達到管理簡化的目的。蕉園草生栽培的管理除需要投入較多的人力外，還要有其他防疫管理措施的配合，始可降低香蕉黃葉病罹病率。

九、栽培曆及管理作業標準

香蕉屬於少數可周年生產的熱帶果樹，在台灣的氣候條件下，從種植到採收約需 11- 13 個月，因品種而異，隨著氣候變遷，亦會有 10 個月即能採收的情形。一般的原則是，任何月份在平地種植香蕉，可預估在一年後的同月前後即可採收，因此，香蕉的產期相當容易掌握。在民國 94 年以前，台灣輸日香蕉總量尚在 15,000 公噸以上，蕉農為生產日本貿易商最喜愛的冬蕉和春蕉，多在每年二月至六月間定植蕉苗，以待次年同期間採收。農民通常甚少在七月至九月間種植香蕉，以避開颱風侵害及低迷蕉價。自民國 94 年政府開放香蕉外銷自由化，超商零售市場興起後，香蕉外銷量大幅減少，蕉價每公斤超過新台幣七十元，呈現極端性上漲的歷史高價，香蕉在種植端和銷售端的生態丕變，農民植蕉習慣由定期種植改為全年隨時種植，新植蕉農的人數和香蕉組織培養蕉苗的需求均大幅增加，似乎感覺到台灣香蕉產業欣欣向榮的時代將要來臨。

香蕉從種植至採收的栽培管理項目包含：土地準備、蕉苗購買、基肥施用、定植及密度、水分管理、施肥管理、土壤管理、雜草管理、病蟲害管理、防風措施、除萌、割葉、疏果整把、套袋、採收搬運、分把選別等等，其中肥培管理之作業標準及病蟲草害管理之作業曆如表八、表九、及表十所示。

表八、香蕉施肥作業標準

<table>
<tr><th>作業名稱</th><th>作 業 方 法</th><th>注 意 事 項</th></tr>
<tr><td>施肥作業</td><td>1. 施肥作業前一個月採取土壤樣品分析，至少應隔年採樣分析一次。
2. 根據土壤肥力決定合理施肥量。
3. 三要素推薦量 (公克/株/年)
<table>
<tr><th>種苗別</th><th>氮</th><th>磷</th><th>鉀</th></tr>
<tr><td>組培苗</td><td>165 - 220</td><td>82.5 - 110</td><td>330 - 440</td></tr>
<tr><td>吸芽苗</td><td>165 - 220</td><td>82.5 - 110</td><td>330 - 440</td></tr>
<tr><td>宿根苗</td><td>110 - 165</td><td>55 - 80</td><td>220 - 330</td></tr>
</table>
4. 施肥時期及分配率(%)
<table>
<tr><th>施用期 (植後)</th><th>一個月</th><th>二個月</th><th>三個月</th><th>四個月</th><th>五個月</th><th>六個月</th></tr>
<tr><td>施用率 %</td><td>5</td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>20</td><td>15</td></tr>
</table></td><td>1. 確實依據土壤採樣方法採取土壤樣品。
2. 在香蕉栽培計畫中，蕉農應先依據經驗及土壤資訊，設定全期肥料施用量，在中株期(花芽分化始期或植後三~四個月)應施用半量以上，其餘用量則於蕉株抽穗前後施用完畢，抽穗後無施肥必要。
3. 特 4 號複合肥料的推薦施用量依土壤分析結果，以 1.5~2.0 公斤/株/年為原則，全量分六次施用。
4. 尿素、硫酸胺、過磷酸鈣、氯化鉀等單質肥料亦可施用於蕉園，惟三要素氮、磷、鉀的施用比例應維持在 2:1:4 或 2:1:6 之間。
5. 於抽穗期採集第三葉片樣本，進行植體分析，瞭解蕉株之養分狀況，作為第二年植蕉(或宿根) 施肥管理的參考。
6. 雨季期間，不宜在雨水稍停時即大量施肥，以免造成肥傷。
7. 中株期以前，在植株葉片生長所及之地面範圍內行全面撒施。中株期以後，在離植株30公分以外至葉片生長所及之地面範圍內，行環狀撒施。坡地蕉園宜施用在蕉株上坡位置。
8. 有機質肥料在蕉園中之施用量，可由蕉農視土壤有機質分析結果自行調整。有機質肥料的選用應以醱酵完全、原料多元、分解緩慢、價廉、及無二次污染之虞為原則。</td></tr>
<tr><td>基肥</td><td>種植前 7~14 天將有機質肥料在種植行上均勻施用，並以機械使有機質肥料與土壤充分混合後再行植蕉。</td><td>有機質肥料可於整地時全量施用，並與土壤均勻混合，不宜作表面撒施。施用後之土壤宜保持濕潤，7~14 天後始可定植組培蕉苗，以免傷害蕉株根系。有機質肥料若選在中耕時施用，則應避免開溝時損傷根系。</td></tr>
<tr><td>綠肥</td><td>植蕉至少 1 個月前，將綠肥犁入蕉園土壤中，以改善土壤性質。</td><td>宜於整地植蕉前混合土壤施用，避免在植株生長期間開溝施用，以免傷害根系，導致香蕉黃葉病病原菌的入侵。</td></tr>
<tr><td>氯化鉀之施用</td><td>在土壤交換性鉀低於 150 毫克/公斤(mg/kg)之蕉園中應補施氯化鉀。</td><td>施用量以每株 0.5~0.8 公斤為原則，於抽穗前分批施用。</td></tr>
<tr><td>石灰或苦土石灰之施用</td><td>酸性土壤、及土壤缺乏鈣或鎂時施用。</td><td>於整地時施用石灰石粉或苦土石灰等資材，既可提供所需養分，又有改善土壤理化性質的功效。非酸性土壤鈣、鎂不足時，則以硫酸鈣及硫酸鎂等補充。</td></tr>
</table>

表九、香蕉病蟲(草)害防治曆

防治時期		防治對象	防治方法				
			農藥防治				非農藥防治
生育期	生育日數(天)		防治資材	稀釋倍數	安全採收天數	注意事項	
幼苗期	0-90	嵌紋病	無推薦用藥			1.蕉園避免毗鄰茄科或豆科作物。 2.初期噴施蚜蟲防治藥劑，防除雜草，去除病株。	1. 組培苗定植前期，田畦以銀色反光塑膠布覆蓋。 2. 加強灌溉，避免施用過量氮肥。 3. 隨時清園及消滅病株。
		萎縮病	無推薦用藥			1.在定植前務必先剷除舊蕉園病株。 2.宿根園留萌初期，噴施40.64 %加保扶水懸劑1,000倍液防治蕉蚜。	1. 組培苗定植前期，田畦以銀色反光塑膠布覆蓋。 2. 加強灌溉，避免施用過量氮肥。 3. 隨時清園及消滅病株。
		雜草	13.5%固殺草溶液	每公頃7公升稀釋至600公升		不可噴及植株，以免發生藥害。	地表鋪置稻草、塑膠布、抑草蓆、種植綠肥或行草生栽培。
			41%嘉磷塞(異丙胺鹽)溶液	100倍		不可噴及植株，以免發生藥害。	地表鋪置稻草、塑膠布、抑草蓆、種植綠肥或行草生栽培。
中株期	90-180	葉部病害(葉斑病、黑星病、細條病等)	80%鋅錳乃浦可濕性粉劑	每公頃2.8公斤		加礦物油6公升與展著劑出來通 (X-114) 72公撮，加水至30公升。	割除染病面積30%以上之病葉，並反置地面。
			25%普克利乳劑	每公頃0.4公升	6天	加水至30公升。	割除染病面積30%以上之病葉，並反置地面。
		象鼻蟲	3%加保扶粒劑	36-54公斤/公頃		在蕉株假莖葉鞘撒施藥劑，視危害情況施用1-2次予以防治，每次30公克/株。	以香蕉假莖40-60公分剖半平置地面為誘餌，以捕捉成蟲。
		雜草	13.5%固殺草溶液	每公頃7公升稀釋至600公升		不可噴及植株，以免發生藥害。	地表鋪置稻草、塑膠布、抑草蓆、種植綠肥或行草生栽培。
			41%嘉磷塞 (異丙胺鹽)溶液	100倍		不可噴及植株，以免發生藥害。	地表鋪置稻草、塑膠布、抑草蓆、種植綠肥或行草生栽培。
抽穗期	180-270	粉介殼蟲	50%加保利可濕性粉劑	850倍		幼果在三分熟前及六分熟以上果實不可施藥。	提早套袋。
幼果期	270-300	花薊馬	2.8%第滅寧乳劑	3,000倍		1. 花苞抽出莖頂五日內第一次施藥。 2. 每隔五天一次，共噴三次。	提早套袋。
			5%陶斯松粒劑	每株15公克		1. 花苞抽出莖頂時，在莖頂第一、二葉鞘內施藥。 2. 終花時噴施2.8%第滅寧乳劑3,000倍一次。	提早套袋。

備註：1.其他藥劑可參考主管機關之公告或參閱農藥資訊網（http://pesticide.baphiq.gov.tw/）。

2.每次施藥時，請勿同時混用多種藥劑，避免藥害及農藥殘留發生。

3.推薦用藥及安全採收期僅適用國內，外銷用藥須符合輸入國檢疫規範。

表十、香蕉病蟲害管理作業曆

月	旬	主　要　栽　培　管　理			
一月	上			抽	
	中			穗	
	下			幼果	
二月	上			期	
	中				
	下				
三月	上	幼			
	中				果
	下	苗			
四月	上				實
	中	期			
	下				成
五月	上				
	中				熟
	下				
六月	上		中		期
	中				
	下		株		
七月	上				
	中		期		
	下				
八月	上				
	中				
	下				
九月	上				
	中				
	下				
十月	上			抽	
	中			穗	
	下			幼	
十一月	上			果	
	中			期	
	下				
十二月	上				
	中				
	下				

粉紅色 幼苗期
黃　色 中株期
綠　色 抽穗幼果期
橘　色 果實成熟期

一、幼苗期
1. 香蕉黃葉病發生率達一成之蕉區，宜種植抗耐病品種蕉苗。
2. 以吸芽種植時，若球莖切面維管束褐變，表示已遭香蕉黃葉病病原菌感染，不可使用。
3. 應避免在鄰近有豆、瓜類、茄科種植及廢耕蕉區之田區種植組織培養苗。種植組織培養苗時，畦面以銀色反光塑膠布覆蓋，減少嵌紋病及萎縮病的危害，發現嵌紋病及萎縮病病株時，應儘速挖除。
4. 植苗時，以5%陶斯松粒劑平均撒施於植穴內外土壤表面，預防球莖象鼻蟲危害。
5. 勿在風雨日噴施殺草劑。種植初期植株附近若噴施系統性殺草劑，易發生藥害。
6. 定期清除蕉園雜草，減少蚜蟲傳播嵌紋病及萎縮病。

二、中株期
1. 新植地若首次出現少數黃葉病株，應不移動病株，不翻動土壤，以免病害擴大。病株地上部可注射殺草劑於假莖，促進枯乾。
2. 隨時剷除嵌紋病及萎縮病株。或於病株心葉處灌注100 (小株)至300 (大株)公撮煤油，或以 50倍嘉磷塞 (異丙胺鹽) 稀釋液注射假莖，每株藥量200公撮 (離地面50及150公分處，相反面處各注射一孔，每孔注射約三秒鐘)。
3. 雨季期間宜加強割除病葉及地面噴藥預防措施，減少葉部病害發生。
4. 颱風過後，儘速清園，去除倒伏蕉株，並施用 3% 加保扶粒劑於蕉株假莖葉鞘(15~30克/株)，預防假莖象鼻蟲危害。
5. 雨季期間宜採用25%普克利乳劑 (每公頃0.4公升加水至30公升) 或其他推薦之系統性藥劑進行噴藥，加強葉部病害防治效用。
6. 颱風季節前，應完成豎立防風支柱，並加強綁繩工作，減少風害，蕉園有積水現象時，宜儘速進行排水處理。

三、抽穗幼果期
1. 香蕉於9~12月及3-5月間或暖冬時期抽穗，當花苞剛抽出莖頂午日內，應立即施用2.8%第滅寧乳劑3,000倍等藥劑及時防治花薊馬，以避免蕉果發生水銹。或於花苞下彎時即以牛皮紙套袋保護，可不施用任何藥劑，達到避免病蟲危害的效果。
2. 終花之蕉果，提早套袋可避免黑星病及害蟲如粉介殼蟲及螺旋粉蝨之附著。若果房上發現輕微蟲害，可噴施50%加保利可濕性粉劑850倍液。
3. 十一月至隔年三月間抽穗之果串，宜套用褐色牛皮紙袋，避免發生轉色不良及日燒問題。
4. 果房應絕對避免噴施80%鋅錳乃浦可濕性粉劑或25%普克利乳劑等，減少蕉指殘留藥斑或發生藥害。

四、果實成熟期
1. 避免噴施任何藥劑。
2. 避免蕉乳污染蕉果，使用棉被集運，減少擦壓傷。

第八章　番荔枝

番荔枝園土壤性質與施肥推薦與參考資訊

台東區農業改良場 張繼中

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候及土壤條件

番荔枝果樹屬半落葉性小喬木，性喜溫暖乾燥之氣候，土壤以排水良好之砂質壤土最適合，生育溫度以 15 - 32℃間最佳，秋及冬季易結霜的地區，不適宜栽植；果園之迎風面或風大處，應設置防風林（籬）。

(二) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

在品種方面，早期的品種主要為細鱗、粗鱗等地方品系，後續選育出軟枝、臺東 1 號 (都蘭種) 及臺東 2 號 (大目種) 等品種(系)，目前以臺東 2 號 (大目種) 為主要栽種品種，其果型大、品質佳、產量高且較耐貯運。

依據農糧署的調查，臺東縣民國 103 年番荔枝生產面積為 4952 公頃，為臺東縣重要經濟果樹 (圖 1)，全臺最主要種植番荔枝之縣市。

(三) 水分灌溉管理

近年來氣候變遷異常，常有數天的豪大雨或連續數十天乾旱的氣候發生，這對果園的土壤水分管理十分不利，過多的雨水會將土壤中的養分淋失；而在開花及果實發育期遭遇乾旱則易造成花朵果實發育不全而落花落果，嚴重影響收成，故應瞭解果園的土壤水分狀況，適度進行田間的灌排水作業，促進果樹發育。考量經濟及實用性可利用簡易型之土壤水分張力計監測土壤水分。

1. 土壤水分張力計之構造及功能

   簡易型之土壤水分張力計由多孔素瓷杯、塑膠管支架及壓力表等三部份組成 (圖 2)，頂端開口可加水至管柱內，其原理是當多孔素瓷杯與土壤水分維持平衡時，土壤會對水分形成一種負壓的吸附力，當土壤越乾燥時，土壤對水分的吸力越強，而水分經由瓷杯對塑膠管內形成負壓，而使張力計讀值轉動。張力計的讀值由 0 - 100，單位為分巴 (centibar)，100 分巴等於 1 巴，而 1 巴相當於 1 大氣壓力，土壤含水量飽和時壓力表讀值為 0，讀值越高表示越乾旱。一般砂質土超過 20 分巴表示乾旱，壤土至黏土則宜保持在 30- 60 分巴。

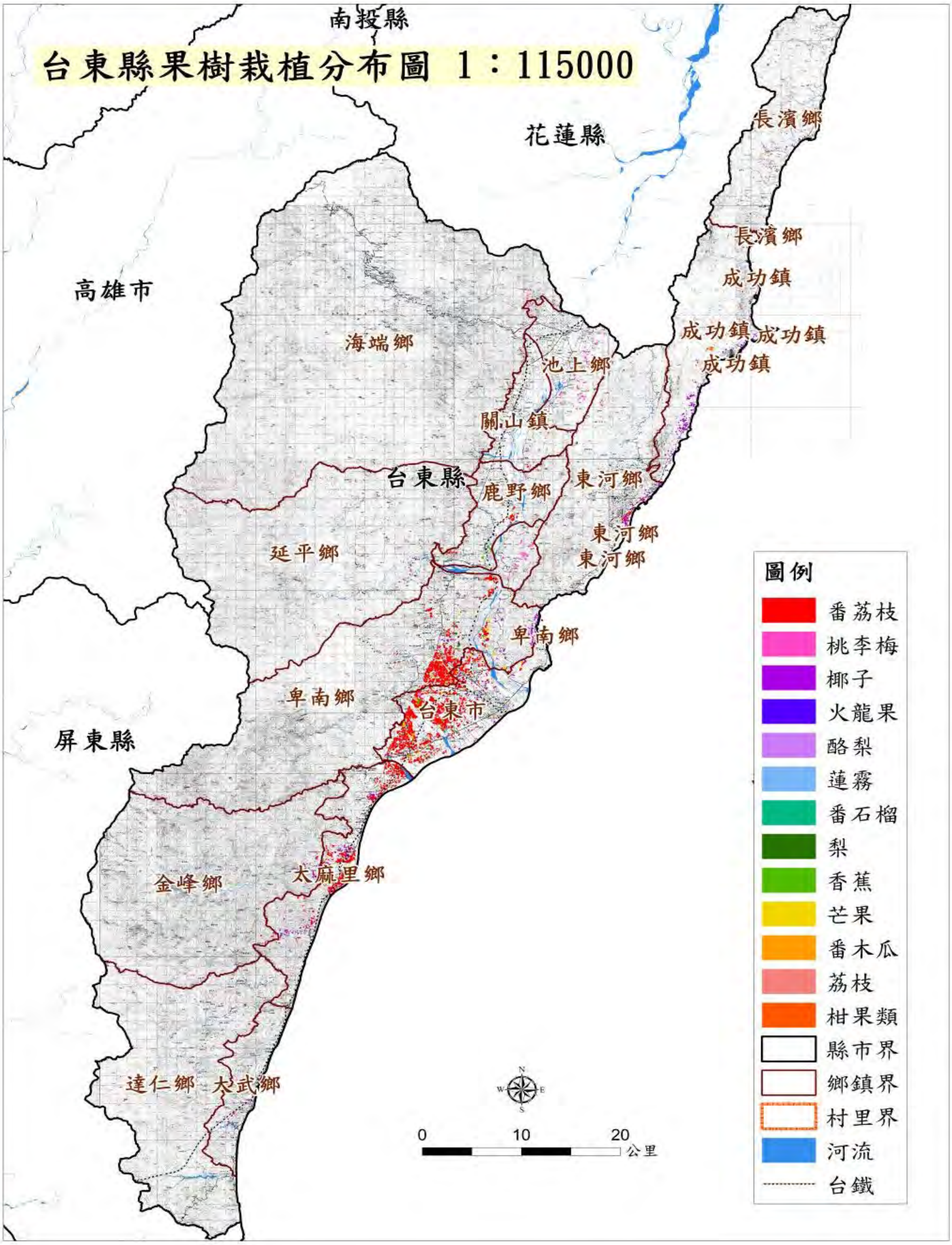


圖 1. 臺東縣果樹植栽分布圖

農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

圖 2. 簡易型土壤水分張力計 (左上)、多孔素瓷杯 (左下) 及壓力表 (右)，壓力表數值由 0-100，單位為分巴，數值越高越乾旱。

2. 果園裝置土壤水分張力計之方法及測試方法

果園裝設土壤水分張力計，宜選擇果園較平坦的地點，勿選擇過高或低窪處，在樹冠下裝設一深一淺兩支張力計 (圖 3) 。較淺的張力計埋設在根系生長旺盛處，約地表下 30 公分，較深的張力計埋設在主根深度處，地表下 60 公分。裝設時可用鑽土器或鋰管挖深 30 公分及 60 公分的洞 (圖 4)，再將張力計插入挖好的孔洞內，覆土時需將孔洞周圍土踏實 (圖 5)，不要有空隙，即裝設完成。測試時將乾淨的水 (最好為逆滲透的水，避免微生物在管柱內滋生) 注入管柱內 (圖 6)，注滿管柱後，將塞子塞緊，不可有空氣存在 (圖 7)。

圖 3. 田間裝設情形，分淺及深二支

圖 4. 以土鑽挖洞

圖 5. 張力計插入孔洞後，週遭的土需踏實

圖 6. 以乾淨的水小心注入管柱，勿使產生氣泡

圖 7. 檢查是否有空氣存在，再將塞子塞緊

由於安裝時土壤受到干擾及須待瓷杯及土壤水分流動達到平衡，故安裝後約須等半小時讀值才會穩定。由於管柱內處於負壓狀態，空氣會不斷地的進入管柱，故須定時加水，在土壤水分高的果園，約二週加水一次，在乾旱之果園，每次測量前管內均須加滿水。由於張力計管柱為塑膠管，在草生栽培果園割草時容易誤砍而損壞，故可在張力計旁立鐵條或木柱等警示物。

3. 一般果園土壤水分張力計的應用

土壤水分張力計顯示的是土壤的乾旱狀況，灌溉量的多寡則視果樹的種類及生育期而定。一般管理時，可觀測張力計的讀值，當 30 公分深的張力計超過 60 分巴時進行一般灌溉，約噴灌 3-4 小時，而當底層 60 公分深張力計亦達 60 分巴時，則進行全面性的灌溉，噴灌 7-9 小時。在果實採收前一個月，30 公分深度的水分張力計讀值應保持在 60 - 90 分巴，使果樹略為乾旱，可提高果實風味。

(三) 栽植密度

依據各品種樹型，栽植之行株距略有差異，其中軟枝品系與臺東 1 號之行株距稍

大，以 5 公尺× 4.5 公尺較佳；粗鱗品系 5 公尺× 4 公尺；紫色品系與臺東 2 號 (大目種) 4.5 公尺× 3.5 公尺較為適宜。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙

根據土壤與植體營養診斷分析及相關研究結果，番荔枝果園營養失調問題分述如下，表 1 為營養失調之解決方案：

(1) 土壤酸化：當土壤膠體上的酸性陽離子 (H^+, Al^{+3}) 多於鹼性陽離子 (Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^+, Na^+) 時為酸性土壤；其形成除因酸雨、雨水大量淋洗及土壤母質原本為酸性外，過量施用產酸肥料也會導致土壤偏酸。

(2) 有機質含量不足：在高溫及多濕的環境下，土壤有機質分解較快，，土壤有機質含量低於 20 g/kg，即屬不足。

(3) 缺鎂：當番荔枝老葉葉脈間有黃化現象，且與葉脈周圍之綠色有明顯對比者為缺鎂 (圖 8)；在酸性粗質地的土壤，鎂較易流失；當土壤鉀含量多時，也會影響作物對鎂的吸收，而發生缺鎂的現象。

(4) 缺鈣：當土壤母質為酸性岩且鈣含量偏低或是土壤酸鹼值低於 5.5，加上過量地施用氮肥、磷肥及鉀肥，便易發生缺鈣。番荔枝缺鈣會發生果實黑點症，亦即在果實鱗目上會產生褐黑色的斑點，鱗目上之褐黑色細點，僅在鱗目表層，鱗目內部及果肉組織則正常，雖不影響果實發育或成熟，但斑點太密會影響商品價 (圖 9)。

圖 8. 番荔枝葉片缺鎂，老葉之葉脈間有黃化現象

圖 9. 番荔枝缺鈣，果實表面呈現褐黑色的斑點

(圖片：黃德昌)

(5) 缺硼：植株缺硼時，葉片節間縮短呈現密生狀態 (圖 10)，葉色較淡，葉柄會有橫向木栓化的龜裂，葉柄與葉身接合處亦會發生橫向龜裂，之後再往葉身縱裂 (圖 11)。土壤酸化時，硼變成可溶性，易隨降雨或灌溉水流失，特別是粗質地酸性土壤易缺硼，或土壤酸鹼值高而富含石灰質時，硼易被固定，呈難溶性的石灰化合物 ($CaO \cdot 8B_2O_5$)，導致硼的缺乏。

(6) 硼毒害：番荔枝如果硼施用過量，輕者會導致葉緣褐化焦枯 (圖 12)，嚴重者會使葉片大面積焦枯、捲曲，甚至嚴重落葉 (圖 13)。

圖 10. 缺硼時葉片節間縮短呈現密生狀態
(圖片：林慶喜)

圖 11. 缺硼時葉柄與葉身接合處亦會發生橫向龜裂後再往葉身縱裂
(圖片：林慶喜)

圖 12. 硼過量，輕者導致葉緣呈褐化焦枯

圖 13. 硼施用過量，嚴重者造成大量落葉

表 1. 植物營養失調之解決方案

營養障礙名稱	解決方案
酸性土壤	1. 施用苦土石灰、蚵殼粉等石灰資材調整酸性。 2. 施用時，需與土壤充分混合。
有機質含量不足	1. 每年施用質優之有機質肥料，施用時，需與土壤充分混合。 2. 根據作物需求及土壤分析結果決定堆肥用量。 3. 使用堆肥請使用優良國產堆肥，可於農糧署網站首頁/農糧業務資訊/土壤肥料專區/肥料業者名冊項下查詢。
缺鎂障礙	1. 如為酸性土壤，施用含鎂之苦土石灰等石灰資材改善。 2. 以 20-30 g/L 硫酸鎂液進行葉面噴施。
缺硼障礙	1. 每 0.1 公頃可施用 5 公斤硼砂改善。 2. 以 4 g/L 硼砂水溶液或 1 g/L 硼酸液，進行葉面噴施，每隔七至十天一次，最多二次。 3. 上述方法選擇一種即可。
缺鈣障礙	1. 如為酸性土壤，可施用苦土石灰或石灰石粉等石灰資材進行調整。 2. 不過量施用氮肥、磷肥及鉀肥，根據作物需求及土壤分析結果，再決定化學肥料用量。 3. 噴施 3- 5 g/L 氯化鈣或硝酸鈣溶液，每隔五至七天噴施一次。
硼毒害	1. 施用苦土石灰等石灰資材，提高果園土壤酸鹼值，降低土壤有效硼含量。 2. 適量施用氮肥，促使番荔枝植株恢復生長。

(二) 土壤與葉片採樣方法

果樹的根系在土壤中分布廣且深，土壤測定較葉片分析變異大，不易反應果樹營養狀況，所以果園之營養診斷是以葉片分析為主，土壤測定（酸鹼值、有機質含量及有效營養要素含量測定等）為輔。依據土壤測定及葉片分析結果，推薦較合理之肥培管理，土壤及葉片採樣必須正確而具有代表性，如果採樣錯誤會影響土壤及葉片營養診斷分析結果，導致誤判施肥推薦量，將影響果樹的肥培管理。因此，正確的採樣非常重要。番荔枝果園土壤及葉片樣品採樣方法說明如下：

1. 葉片採樣步驟：
   (1) 採樣時間：每年十二月是採集葉片樣品的最佳時期。
   (2) 採樣部位：非結果枝之頂端算起第三或第四葉片（圖 14）。
   (3) 採樣方式：應在果園施肥前及施用農藥或營養液之前採樣，且勿採取生長異常植株之葉片。每株東、南、西、北方各採取一片，依據果園的大小，採集 50-100 片葉片混合為一樣品，全園採樣行進路線如（圖 15）。
   (4) 樣品處理方式：樣品立刻裝入塑膠袋內，以油性簽字筆寫明產銷班別、姓名、地段地號、品種及採樣期，當日立即送到各區農業改良場，若因故無法送達，應置於冰箱冷藏，次日再送改良場。

圖 14. 採樣部位為非結果枝，頂端算起第 3 或第 4 葉片

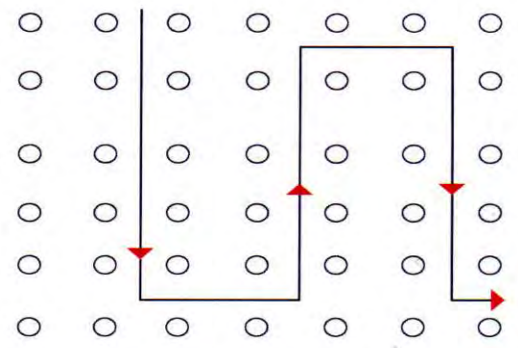


圖 15. 葉片採樣進行路線圖，圓圈代表番荔枝之植株

2. 土壤採樣：
   (1) 採樣時期：進行葉片採樣時，可同時進行土壤取樣。不要在施肥後立即進行土壤採樣，以免造成樣品檢測的誤差。
   (2) 採樣方式：土壤採樣位置在樹冠外圍下方，先將土表上雜草清除，然後，使用採土工具，分別採取表土 0-20 公分及 20-40 公分兩個不同深度之土壤。果園土壤採樣點 (圖 16)，依採樣深度分別裝入兩個水桶內 (0-20 公分混合裝在一桶、20-40 公分混合裝在一桶)。
   (3) 樣品處理方式：同一深度之樣品於混合均勻後，取 600 克（1 台斤）分別裝入標有深度、產銷班別、姓名、地段地號及採樣期的塑膠袋內與葉片樣品一同送各區農業改良場檢測分析。

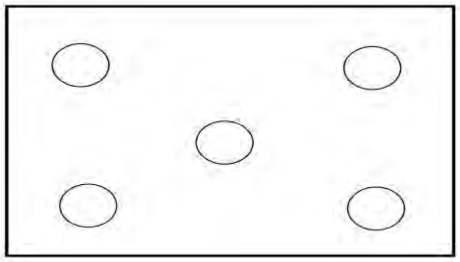


圖 16. 果園視面積大小，在中、前、左、右、後各處 (如面積太大可分成若干區塊，每區約 0.1～0.2 公頃，分別選擇 8-12 點採樣。

(三) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

(1) 土壤分析結果與改進建議

由於土壤之變異性大，不易反應果樹營養狀況，因此，以變異性較低之性狀如土壤質地，酸鹼值及有機質含量等作為輔助葉片營養診斷依據。土壤性質等級範圍(如表 2)，土壤理化性分析以表 3 為案例。

表2. 土壤性質各等級範圍

土壤性質	極低	低	中	高
酸鹼度	≦ 4	4.1-5.5	5.6-6.5	> 6.5
有機質(g/kg)	≦ 10	11-20	21-30	> 30

表3. 土壤理化性分析報告及改進建議

分析項目	分析值	參考值	極低	低	中	高
酸鹼值pH	4.8	5.5-6.8	☐	☑	☐	☐
有機質含量(g/kg)	16	＞ 20	☐	☑	☐	☐
Bray-1 磷	300	50-250	☐	☐	☐	☑
交換性鉀 (mg/kg)	625	200-500	☐	☐	☐	☑
交換性鈣 (mg/kg)	950	1000-3000	☐	☑	☐	☐
交換性鎂 (mg/kg)	495	50-200	☐	☐	☐	☑

改進建議：

1. 強酸性土壤，施用苦土石灰每公頃1.5噸，全面撒施並與土壤充分混合。
2. 土壤有機質含量不足，請酌量施用質優之堆肥或有機質肥料每公頃8-10噸。

(2)葉片營養診斷分析與施肥推薦

葉片營養診斷分析可瞭解果樹的營養狀況，並配合土壤分析，在影響果樹生長之前，預先處理。番荔枝葉片各種要素之適宜濃度經本場多年之試驗研究，訂定葉片營養元素推薦量 (表 4)，並以表 4 為案例，供果農參考與採行。

表4. 依葉片營養元素分析結果推薦施肥量

分析項目	參考值	分析值	等級	修正	建議事項
氮 (g/kg)	28-31	29.8	中	--	按慣用量
磷 (g/kg)	1.3-1.6	1.4	中	--	按慣用量
鉀 g/kg)	8-11	19	高	--	按慣用量減1/6-1/4
鈣 (g/kg)	35-40	12.1	低	--	土壤酸鹼值5.5以下時，施用苦土石灰1-2噸/公頃。
鎂 (g/kg)	3.0-5.0	2.1	低	--	土壤酸鹼值 5.5以下時，施用苦土石灰1-2噸/公頃， 酸鹼值約6.0時，請施用硫酸鎂300公斤/公頃
硼 (mg/kg)	30-80	51	中	--	不施
銅 (mg/kg)	7-13	9	中	--	不施
鐵 (mg/kg)	50-90	40	低	--	可能缺鐵，應視果園實際狀況審慎使用。
錳 (mg/kg)	80-160	90	中	--	不施
鋅 (mg/kg)	15-30	62	高	--	不施

三、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

臺東縣番荔枝主要產地鄉鎮包括鹿野鄉、卑南鄉、臺東市、太麻里鄉及東河鄉。依據農業試驗所土壤資訊管理系統之土壤管理組圖:

東河鄉土壤多為東岸母岩沖積土，淺層至細質地，排水良好至不完全，此外，亦有黑色土，淺層至細質地，排水良好至不完全，另有土壤為片岩石灰性淺層排水不完全沖積土及細質地排水良好紅壤；依據農業試驗所土壤酸鹼值管理資料顯示，東河鄉土壤強酸至極強酸性，pH 5.1-5.5 居多 (圖 17)。

太麻里鄉之土壤為片岩非石灰性沖積土，淺層至粗質地，排水狀況良好至不完全，另有土壤為片岩石灰性淺層排水不完全沖積土；依據農業試驗所土壤酸鹼值管理資料顯示，太麻里鄉正興村及北里村土壤強酸至極強酸性，但亦有土壤為微酸性至中性 (圖18)。

鹿野鄉之土壤屬片岩非石灰性沖積土，淺層至中粗質地，排水狀況良好至不完全，另有少部分之排水良好紅壤及東岸母岩淺層排水不完全沖積土；依據農業試驗所土壤酸鹼值管理資料顯示，鹿野鄉瑞隆村，永安村及龍田村土壤為強酸至極強酸性，但亦有土壤為中酸性至微酸性 (圖 19)。

臺東市大多為片岩非石灰性沖積土，淺層至粗質地，排水狀況良好至不完全，另有少部分之細質地排水良好紅壤、東岸母岩沖積土及細質地排水不完全黑色土；依據農業試驗所土壤酸鹼值管理資料顯示，臺東市土壤多為中酸性至中性，但亦有土壤為酸性 (圖 20)。

卑南鄉之土壤屬片岩非石灰性沖積土，粗質地至中質地，排水狀況良好至不完全；依據農業試驗所土壤酸鹼值管理資料顯示，卑南鄉太平村，賓朗村及初鹿村土壤為強酸至極強酸性，而富源村、富山村及利吉村土壤為中酸性至中性 (圖 21)。

粗質地保水保肥力較中細質地土壤差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失。當土壤酸鹼值在 5.6 以下時，就應著手改善土壤酸性問題，最直接的改善方法就是施用苦土石灰、蚵殼粉等石灰資材。石灰資材之施用量應依土壤質地之不同而異，每分地每年用量：砂質壤土 100 公斤，壤土或坋質壤土 150 公斤，黏壤土 200 公斤；每二至三年施用一次，直到土壤酸鹼值達到 6.0- 6.5 為止。當土壤酸鹼值高於 7.5 以上時，容易引發鐵、錳、鋅及銅之元素缺乏或因石灰資材施用過量而導致硼缺乏，影響果實品質，此時宜施用硫酸銨、氯化鉀等酸性肥料或以硫磺粉進行土壤改良。

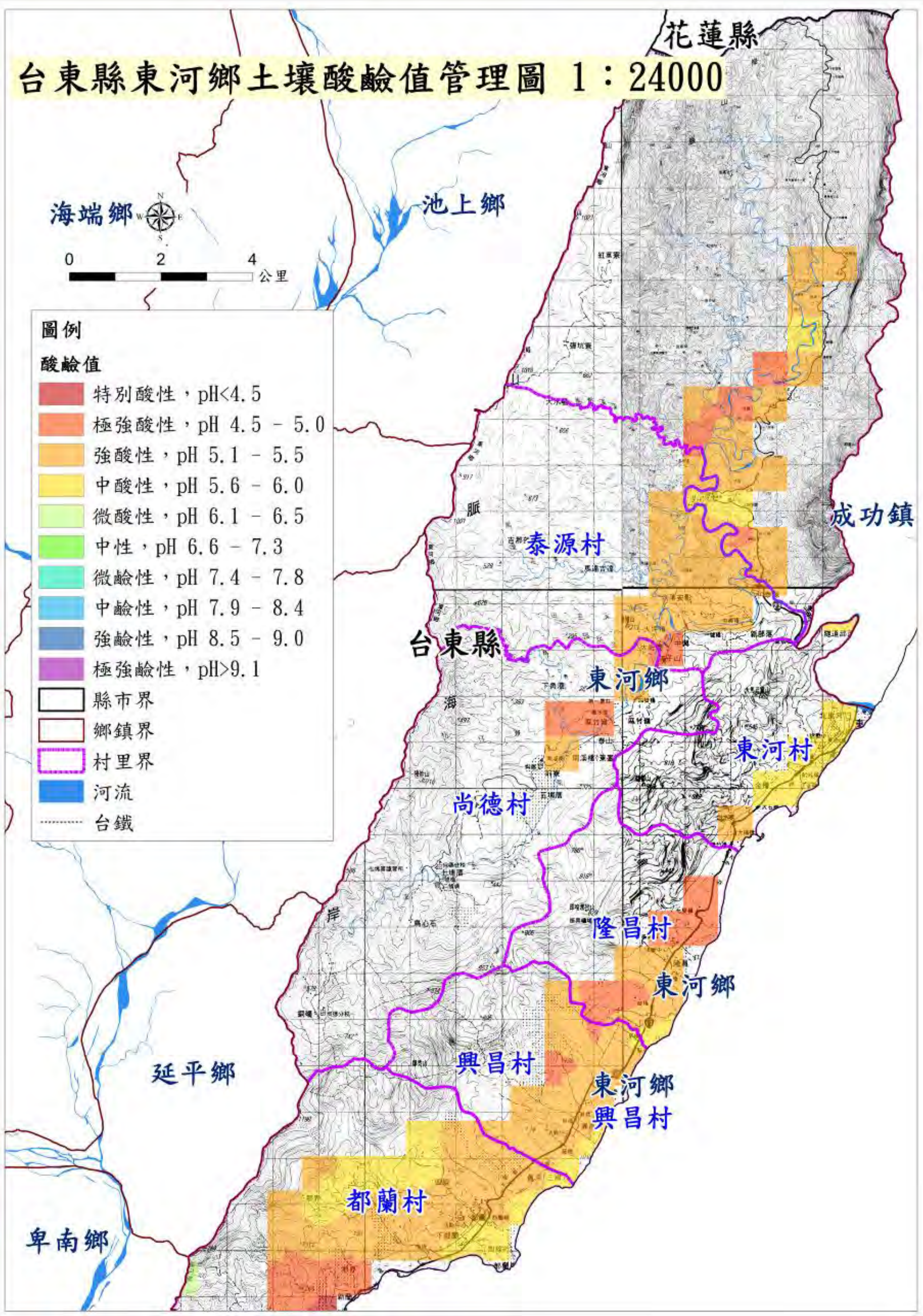


圖 17. 臺東縣東河鄉土壤酸鹼值分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

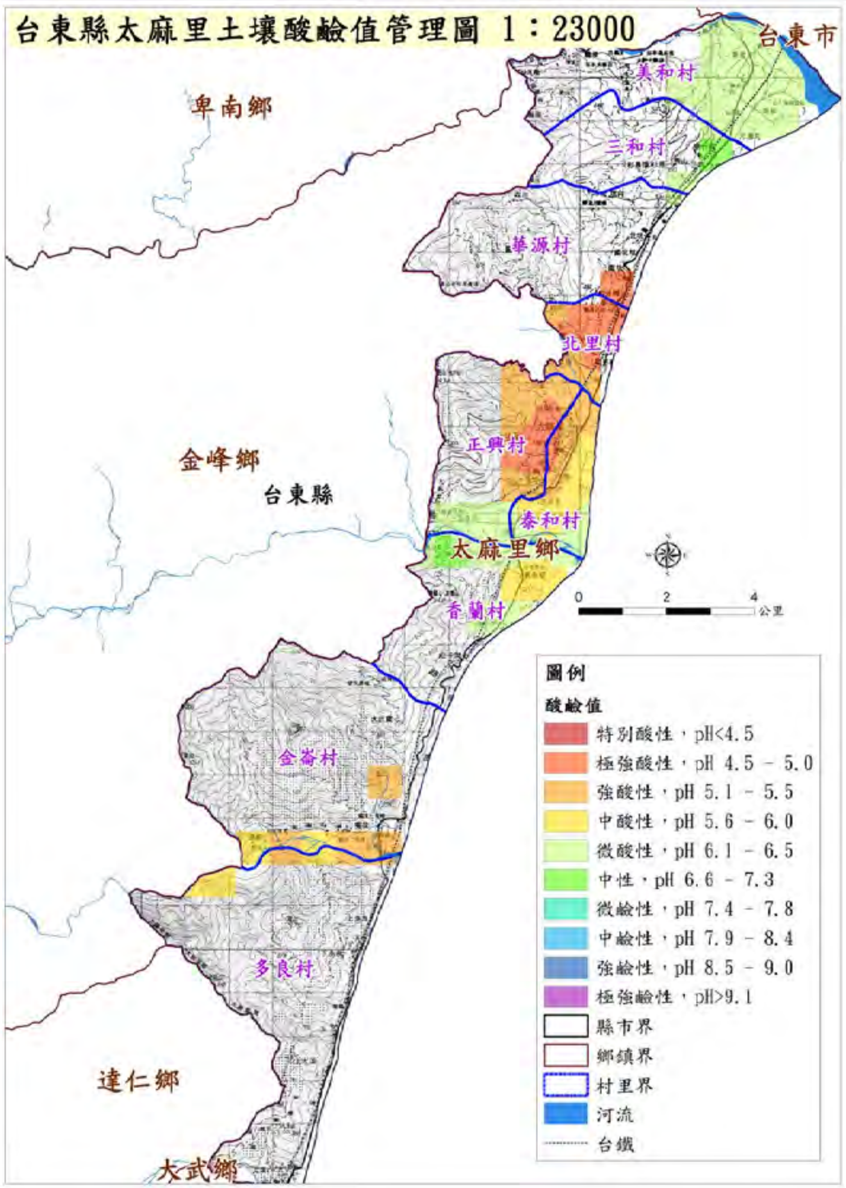


圖 18. 臺東縣太麻里鄉土壤酸鹼值分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

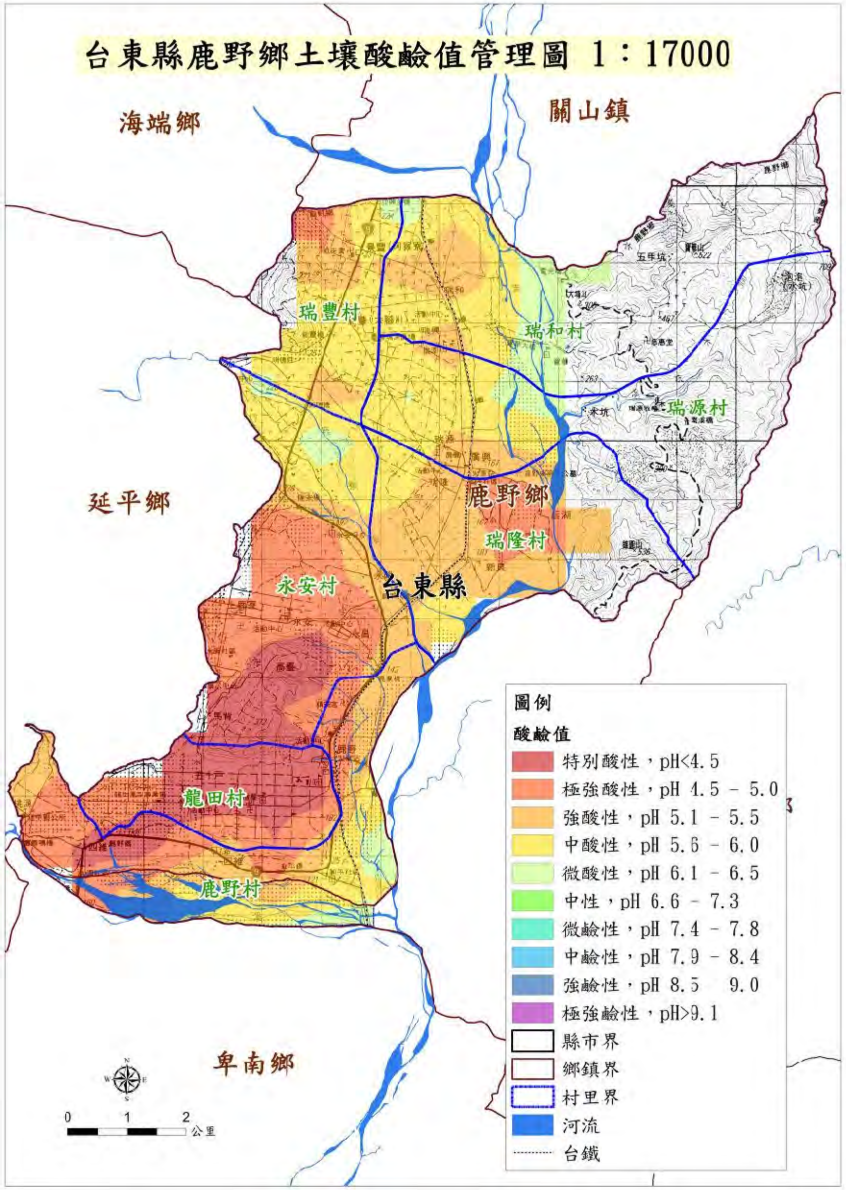


圖 19. 臺東縣鹿野鄉土壤酸鹼值分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

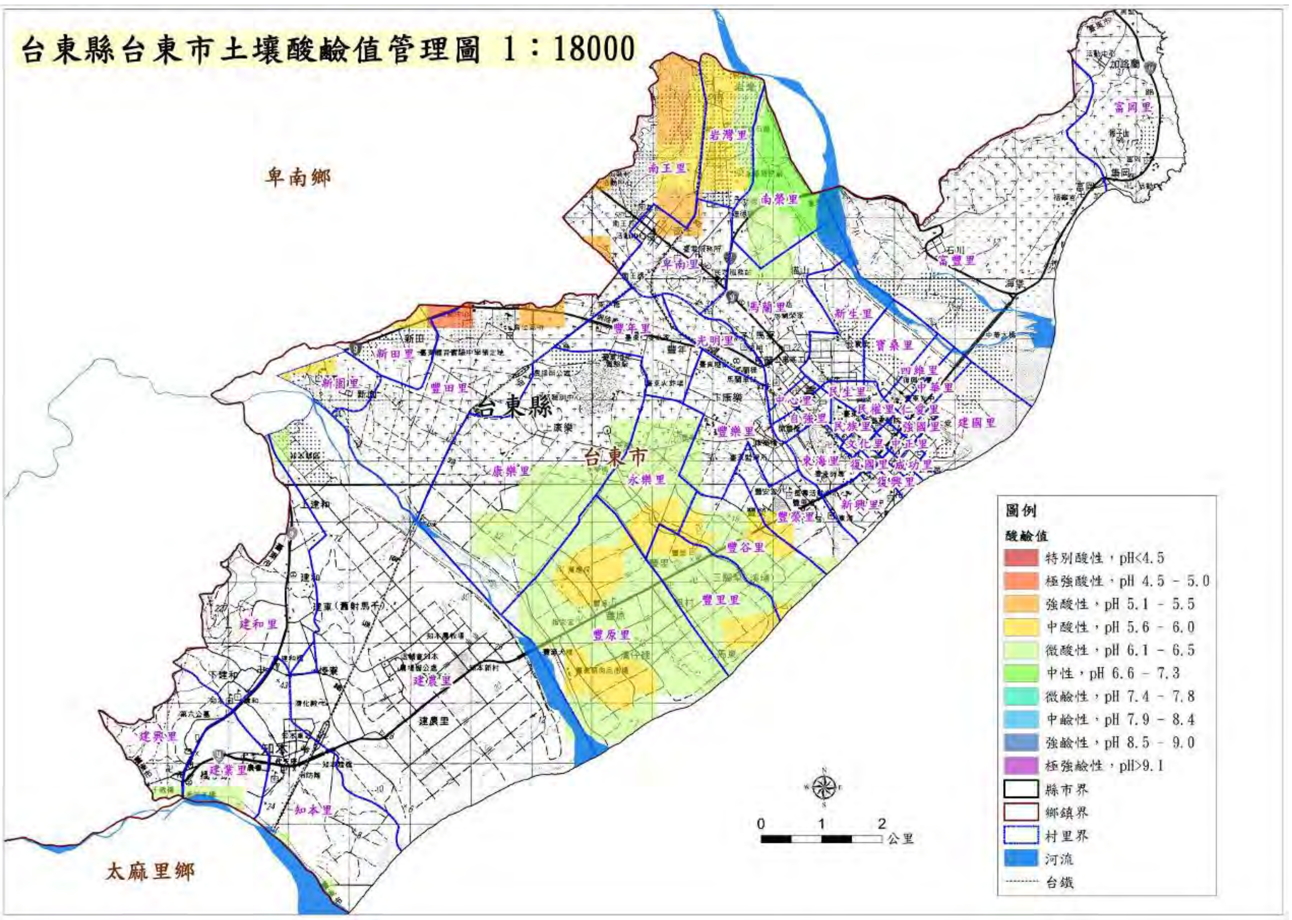


圖 20. 臺東縣臺東市土壤酸鹼值分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

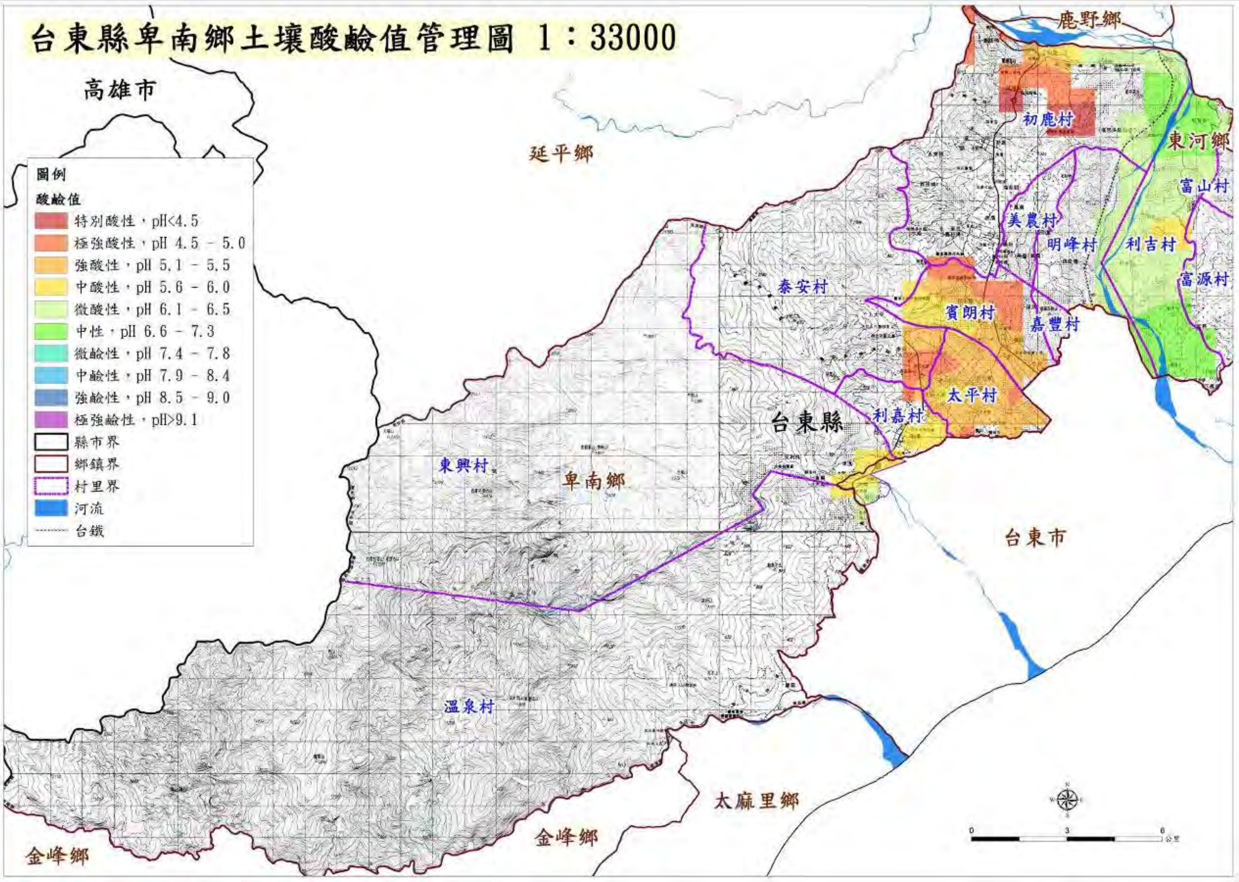


圖 21. 臺東縣卑南鄉土壤酸鹼值分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

四、肥料三要素施肥量推薦

番荔枝肥培管理可施用不同種類肥料，如：有機質和無機的肥料，化學肥料分為單質及複合肥料，而這些肥料所提供的養分均以無機型態為果樹所吸收利用。各時期的肥料施用量如表 5，砂質或石礫質壤土果園施肥量可增加 20-30 %，細質地壤土果園可酌減 20-30 %。

番荔枝的三要素推薦量，換算真正的肥料用量公式為：施肥用量（公斤）＝要素量(公斤)×（100/肥料的要素含量(%)）。例如五年生成年樹之氮、磷酐及氧化鉀推薦量分別為每株 750 公克、500 公克及 700 公克，假設 0.1 公頃有 80 株番荔枝，則氮用量總共為 750 公克 × 80 株等於 60 公斤，磷酐用量總共為 500 公克 × 80 株等於 40 公斤，氧化鉀用量總共為 700 公克× 80 株等於 56 公斤；如果分別施用硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀提供氮、磷酐、氧化鉀；而硫酸銨的氮含量為 21 %，過磷酸鈣的磷酐含量為 18 %，氯化鉀的氧化鉀含量為 60 %，利用上述公式計算所需施用之硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀用量如下：

硫酸銨施肥用量＝60 ×（100 / 21）＝286 公斤

過磷酸鈣施肥用量＝40 ×（100/18）＝222 公斤

氯化鉀施肥用量＝56 ×（100/60）＝93 公斤

施氮肥時，需考量土壤酸鹼度，如為酸性土壤，則應避免施用硫酸銨，改用硝酸銨鈣，中性以上則可使用硫酸銨。亦可施用複合肥料，如 5 號複肥，其含氮 16%、磷酐 8%、氧化鉀 12%，簡稱 N-P-K 為 16-8-12 配方。

果園施肥量依樹齡不同而異，幼年樹、轉型期及成年樹番荔枝果樹夏期果及冬期果複合肥料合理化施肥推薦量如表 6 - 8 供參考，1 號複肥 (20-5-10) 或 5 號複肥 (16-8-12)，二種選擇一種使用。夏期果開花前每公頃可加上過磷酸鈣 31 包一起使用或以磷質液肥配合使用。夏期果成果期 (冬期果開花期) 每公頃可加上過磷酸鈣五包及氯化鉀一包一起用或以磷鉀質液肥配合使用。其餘時期每公頃可加上氯化鉀一至二包一起使用或以鉀質液肥配合使用。砂質土或石礫質壤土果園，氮肥及鉀肥應少量多次施用，並配合土壤及植體營養診斷分析的結果加以修正。

表 5. 番荔枝氮、磷、鉀三要素推薦量、施肥時期及施肥分配率

番荔枝三要素推薦量 (公克/株/年)[1]			
樹齡 (年)	氮	磷酐	氧化鉀
幼年樹 (定植 1 - 3 年)	300~350	300	250~300
轉型期 (定植 4 - 5 年)	500~550	400	450~500
成年樹 (定植 5 年以上)	600~650	500	650~700

番荔枝果園施肥時期及分配率			
施肥時期	分配率 (%)		
	氮肥	磷肥	鉀肥
夏期果開花前	5	70	10
夏期果幼果期 (授粉後 20 - 30 天)	30	-	20
夏期果中果期 (授粉後 40 - 55 天)	15	-	15
夏期果大果期 (冬期果開花期)	5	30	10
冬期果幼果期 (授粉後 20 - 30 天)	30	-	20
冬期果中果期 (授粉後 40 - 55 天)	15	-	15
冬期果大果期	-	-	10

註：三要素推薦用量依土壤及植體診斷調整

表 6. 幼年樹番荔枝複合肥料施肥推薦用量 (公斤/公頃)

肥料種類	春肥 (3 月)	夏肥 (6～9 月)	秋肥 (10 月)
1 號複肥 (20-5-10)	360	480	360
5 號複肥 (16-8-12)	450	600	450

表 7. 番荔枝夏期果複合肥料施肥推薦用量 (公斤/公頃)

樹齡	肥料種類	開花前	幼果期 (授粉後 20～30 天)	中果期 (授粉後 40～55 天)	大果期 (冬期果開花期)
轉型期 (定植 4 - 5 年)	1 號複肥	100	600	300	100
	5 號複肥	125	750	375	125
成年樹 (定植 5 年以上)	1 號複肥	120	720	360	120
	5 號複肥	150	900	450	150

表 8. 番荔枝冬期果複合肥料施肥推薦用量 (公斤/公頃)

樹齡	肥料種類	幼果期 (授粉後 20～30 天)	中果期 (授粉後 40～55 天)	大果期
轉型期 (定植 4 - 5 年)	1 號複肥	600	300	-
	5 號複肥	750	375	-
成年樹 (定植 5 年以上)	1 號複肥	720	360	-
	5 號複肥	900	450	-

五、參考實例

2010 年臺東市示範成果，示範區每公頃三要素用量為 450-316-360 公斤，較慣行對照區之 550-374-480 公斤，減少化學肥料用量 19.8 %，每公頃產量為 13.2 噸，節省肥料成本 6,350 元。

2011 年臺東市示範成果，示範區每公頃三要素用量為 458-324-408 公斤，較慣行對照區之 544-368-528 公斤，減少化學肥料用量 17.3 %，每公頃產量為 12.8 噸，節省肥料成本 5,650 元。

2012 年臺東市示範成果，示範區每公頃三要素用量為 506-304-432 公斤，較慣行對照區之 574-376-504 公斤，減少化學肥料用量 14.6 %，每公頃產量為 13.1 噸，節省肥料成本 4,940 元。

藉由上述示範成果，農友原本習慣施用 15-15-15 之複合肥料，因配合土壤及植體營養診斷分析及作物生長時期，而改變施用種類，例如使用硝酸銨鈣、氯化鉀等單質肥料，或施用 20-5-10 複合肥料及 11-5.5-22 複合肥料，藉由合理化施肥可避免土壤持續惡化及土壤營養元素累積之情形。

表 9. 番荔枝示範果園肥料施用量及比較

番荔枝示範區	氮	磷酐	氧化鉀	肥料總用量	節省肥料百分比/成本
	---------------------公斤/公頃			------------------	
民國 99 年示範區	450	316	360	1,126	19.8 % / 6,350 元
民國 99 年對照區	550	374	480	1,404	
民國 100 年示範區	458	324	408	1,190	17.3 % / 5,650 元
民國 100 年對照區	544	368	528	1,440	
民國 101 年示範區	506	304	432	1,242	14.6 % / 4,940 元
民國 101 年對照區	574	376	504	1,454	

第九章　木 瓜

木瓜土壤管理與施肥推薦

高雄區農業改良場 張耀聰
臺南區農業改良場 潘佳辰

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

木瓜為番木瓜 (*Carica papaya* Linn) 之簡稱，屬番木瓜科 (Caricaceae)、番木瓜屬 (*Carica*)，為淺根性植物。原產地介於南墨西哥到尼加拉瓜的中美洲低地地區，為大型草本熱帶果樹，主要生長範圍分布於南北緯 32 度之間，經濟生產區域在南北緯 23 度之間。木瓜早於十七世紀由西印度群島傳入亞洲，清朝末年再由中國大陸引進台灣，自西元 1907 年逐漸普遍栽培及食用。

木瓜屬熱帶作物，性喜高溫及日照充足的氣候，生育適溫為 21-33℃，最佳溫度為 25-30℃，日平均溫最低在 16℃以上時，其生長、結實、產量及品質才能正常，氣溫高於 35℃以上則會使光合作用效率下降 (黃士晃及林晉卿，2009)。此外，木瓜對低溫敏感，在 12- 4℃就會受到寒害，低溫若低於-0.56℃未保護，植株即會造成死亡，生育地的年雨量宜在 1,200 mm 上，相對濕度高於 66% 以上，能有較佳的生長，而乾旱則易導致老葉脫落及結果數減少。

(二) 土壤條件

木瓜為淺根性作物，土層宜疏鬆肥沃排水及通氣良好的砂質壤土或壤土，土壤以微酸性最理想，因為各種營養要素的有效性最高。『適地適種』是作物成功栽種的不二法門，在進行木瓜栽種前，選地為作物種植是否成功之關鍵。栽種木瓜除了要選擇健康土壤外，<u>排水則是另外一項重要關鍵</u>。台灣地處亞熱帶，屬夏季多雨海島型氣候，栽種木瓜則需<u>選擇排水良好之土壤，或於定植前先行設置排水暗管，並作高畦、留意洩水坡度及進行必要之防浸措施。</u>

土壤 pH 值最好能選擇在 6.0-7.0 之間，如土壤偏強酸性（pH＜5.5），則可選用含有氧化鈣成分之改良資材 (如石灰石粉、苦土石灰及農用石灰等) 進行調整，而使用方式則於田間將改良資材均勻撒佈後，再進行整地翻耕等作業，以求改良資材能與土壤均勻混合；偏石灰性之鹼性土壤，可利用前述作業方法，以硫磺粉取代進行調整。

一般栽植木瓜，在選地過程中，除前述 pH 值外，<u>**土壤質地**</u>格外重要，土壤可由土系分類中含多數礫石之雜地至壤土，均適合定植木瓜，但不同土壤質地之保肥能力也有差異。一般而言，土壤質地孔隙越大者，其保肥能力及土壤緩衝能力均不佳，但相對排水性則越好。以適合栽種木瓜之土壤進行比較，其保肥能力：壤土＞坋質壤土＞坋土＞砂質壤土＞壤質砂土＞粗砂土＞礫石地，施肥方式與次數，則依土壤質地之不同而有差異。以保肥能力較差之礫石地為例，全量肥料之使用則需少量分多次施用，以避免土壤之緩衝能力不足，造成肥傷發生與肥料的流失。

(三)主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

據農糧署統計資料顯示，近年來台灣木瓜栽培面積有逐年下降趨勢，但年產值卻是屢創新高。民國 103 年木瓜栽培總面積約 2,450 公頃，年產量約 115,779 公噸，但產值接近 33.3 億元，主要栽培分佈於屏東（745 公頃）、台南（740 公頃）、高雄（251 公頃）、南投（214 公頃）、嘉義（186 公頃）、雲林（177 公頃）、台東及花蓮等地區，在高、屏及台南地區栽培面積即佔約 70 %。

主要的栽培品種為台農 2 號 (Tainung No.2)，約佔木瓜總栽植面積之 90 %，少量為日陞及紅妃品種。此外，網室木瓜拍賣市場價格，雖會隨著季節變化而有波動，但近年來年平均價格亦均維持在 30 元/公斤左右。

(四) 水分灌溉管理

由於木瓜為淺根性作物，根系屬於肉質根，是相當忌水的作物，根系浸水 48 小時即會受損，五天即造成完全展開葉的落葉，因此，水分管理格外重要。

木瓜亦不耐旱，若每月平均雨量約有 100 mm 即不需灌溉，然臺灣中南部全年雨量分布不均，尤其冬季期間，降雨量少，為確保木瓜能連續不斷結果，維持其正常產量，旱季應適量給予灌溉，保持田區土壤濕潤，雨季則加強排水作業，避免積水。

木瓜屬日間吸水型，於早上十時至下午二時左右為吸水高峰期，灌水時間應儘量與之配合，以提高效率。選擇砂質土壤及高畦栽培，注意地面及地底下排水，並於雨季來臨前做好排水工作，積水處應隨時疏通，覆蓋塑膠布防止雨水滲透，都是有效防止土壤水分過高的良策 (黃士晃及林晉卿，2009)。

(五) 栽植密度與目標或預期產量

目前木瓜常見之經濟栽培模式，有單畦單行及單畦雙行兩種種植方式，一般單行定植畦面寬約 2.4 - 2.7 公尺，單畦雙行定植畦面寬度約為 4.8 - 5.4 公尺之間，畦溝之寬度約 0.6 - 1.0 公尺，行間距則為 2.4 - 3.0 公尺，株距間則維持 1.8 - 2.1 公尺，平均每公頃定植株數約 1,500 - 1,800 植株。平均每公頃年產量約可達到 50 公噸。

木瓜為可週年供果之作物，一般幼苗田間定植約二至三個月後，即可開花結幼果，直至七至八個月後果實成熟即可採果，往後即不斷的開花結果，因此，土壤需不斷的提供適當之養分，以達到作物生長需求。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 土壤養分需求與各種養分之生育功能

根據不同生育時期施用木瓜所需營養元素，一般基肥階段著重於有機質肥料及磷肥混合施入土壤，在生育初期著重氮肥的施用，以促進植株及葉片發育。

矮化階段，則著重於有機質肥料不足時之補充及鉀肥之施用，以利木瓜矮化傷口癒傷組織形成，並促進莖部直徑生長。

開花結果後注重磷鉀肥多施，促進光合產物合成及運送。

一般情況建議如下：六個月之氮鉀肥於植株成活後一至兩個月後開始施用，若人工允許下將肥料分於每個月施用 (黃士晃及林晉卿，2009)。

(二)養分缺乏與過剩毒害之營養障礙介紹

土壤施用氮肥過多時，容易造成植株徒長。

另外，在微量要素中，木瓜對硼極為敏感。植株缺硼易造成木瓜果實畸形，影響品質甚大，而在秋冬季節，具石礫之砂質地及偏強酸性土壤栽種之木瓜，易發生缺硼症（果實表面凹凸不平似腫瘤），使得果實畸形。其預防及改善方法，可於基肥施用時期，將硼砂（1 - 3 公斤/公頃）與有機質肥料同時施入土壤，如木瓜果實已出現缺硼症狀，則可視需要適時、適量行葉面噴施進行改善，但須注意濃度不可太高，也不可每年施用，以免施用量過多造成毒害。

木瓜缺硼表面凹凸不平似腫瘤

木瓜缺硼發病前果實會有乳汁迸出現象

若葉片植體營養檢測，硼含量低於 20 毫克/公斤，或土壤肥力檢測硼含量低於 0.25 毫克/公斤，可於木瓜開花結果前，每株施用 2.5-3.5 克硼砂，或自十月至翌年一月間（低溫乾旱季節），以 2.5 g/L 硼砂或 1 g/L 硼酸液葉面噴施一至三次，嚴重地區則每隔二至三週噴佈一次，施用時不可提高濃度，以免導致毒害，造成葉緣焦枯。

木瓜葉面噴施硼過量造成導致毒害造成葉緣焦枯

(三) 土壤與葉片採樣方法

土壤樣品採集表土 0 - 20 公分及底土 20 - 40 公分範圍內。土壤採樣最佳時期為施

用基肥前，於園區中選定五點，並且鄰近樹冠邊緣，將表面之枯枝落葉撥開後採集土壤；土壤採集完成後，均勻混合並取 600 克放入採樣袋，註明姓名、地址、地段地號、電話、作物別、表土或底土。以郵寄或親自送到各區改良場土壤肥料研究室。

葉片可採集成熟且葉柄水平角度不低於 90 度之葉片，挑選植株東西南北各採一，盡量採集同一高度之葉片，並避免罹病株，每區約 20-30 片。

三、土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

高屏地區木瓜適合種植區域土壤肥力條件如下表所示。

表 1、 高屏地區木瓜土壤肥力推薦表

酸鹼度 (1:1)	有機質 (g/kg)	有效性磷 mg/kg	有效性鉀 mg/kg	有效性鈣 mg/kg	有效性鎂 mg/kg
5.5-7.5	> 20	50-150	80-200	1000-3000	80-250

鐵 mg/kg	錳 mg/kg	銅 mg/kg	鋅 mg/kg	電導度 (1:5) (dS/m)
50-300	30-140	10-20	10-25	0.2-0.6

註：有效性磷 = Bray No. 1；有效性鉀、鈣及鎂使用雙酸法(0.1N 鹽酸 + 0.1N 硫酸抽出）；鐵、錳、銅及鋅使用 0.1N 鹽酸抽出。

由高屏地區不同土壤性質之木瓜田區，進行一年 (2012 年 11 月至 2013 年 10 月止) 之調查，研究結果顯示，木瓜葉片養分濃度隨季節之變化而有差異。依據全年平均共計 420 筆木瓜中位葉植體養分分析結果，如表 2 所示。高屏地區木瓜中位葉養分濃度(平均值± SE)，分別為 N＝49.1 ± 3.1 g/kg、P = 3.7 ± 0.4 g/kg、 K = 20.7 ± 2.2 g/kg、Ca= 23.6 ± 3.4 g/kg、 Mg = 10.0 ± 1.1 g/kg、Mn = 54.5 ± 19.5 mg/kg、Fe = 242.9 ± 55.4 mg/kg、Cu = 21.8 ± 9.3mg/kg、Zn = 43.9± 15.9mg/kg、Na = 231.2 ± 64.3 mg/kg。

表2、 高屏地區不同月份木瓜中位葉養分濃度變化（數值為35重複平均值）

Date	Nutrient concentration									
Year	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	Na
month	---------------------g/kg---------------------					------------------- mg/kg--------------------				
201211	47.6	4.1	25.1	18.2	9.9	52.25	248.00	19.45	60.39	254.72
201212	50.4	3.5	21.0	20.1	8.6	49.18	201.56	21.96	52.92	194.35
201301	51.7	3.8	24.1	24.3	10.6	40.84	206.90	22.39	50.73	286.80
201302	46.4	3.6	20.7	23.1	9.9	42.44	428.53	34.73	66.44	390.56
201303	46.2	3.2	18.3	24.1	9.9	34.06	390.50	30.75	64.74	208.77
201304	48.8	3.6	19.9	28.8	11.4	53.35	259.11	28.81	39.83	313.75
201305	52.9	4.0	22.3	28.6	10.3	69.53	251.69	10.98	33.83	292.03
201306	45.5	3.7	19.1	26.4	10.7	64.42	203.24	17.53	37.13	254.37
201307	48.1	4.0	19.6	28.4	11.3	71.03	194.85	17.96	34.51	150.72
201308	44.4	3.3	17.9	20.6	9.6	67.32	156.05	18.24	30.57	154.19
201309	53.8	4.0	19.5	19.9	8.6	54.13	157.39	20.93	31.02	147.03
201310	52.7	3.9	22.0	19.8	9.1	46.23	265.10	20.52	36.45	155.80
年平均	49.1	3.7	20.7	23.6	10.0	54.47	242.88	21.79	43.88	231.19

四、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

木瓜土壤酸鹼值適應約 5.5-6.5 時土壤養分有效性較高，故可以選擇土壤酸鹼值改良、或於生長期間補充養分，確保養分充足。於耕作時可於基肥施用有機質肥料，再於各生長期各別補充所需營養元素。

表 3、104 年度臺南場轄區木瓜土壤送檢分析數據結果

	EC (1:5)	pH (1:1)	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
	dS/m		g/kg	----------------------	mg/kg	-------------------	
臺南	0.22 ± 0.22	6.3 ± 1.12	20.1 ± 10.7	224 ± 169	145 ± 131	1781 ± 1067	203 ± 141
嘉義	0.12 ± 0.06	6.61 ±0.97	18 ± 7.9	122 ± 117	112 ± 43	2032 ± 1072	238 ± 134
雲林	0.17 ± 0.09	6.23 ±1.82	20.7 ±7 .2	132 ± 118	96 ± 30	1790 ± 1448	141 ± 92

土壤肥力分析依臺南場土壤肥料研究室分析方法。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

民國 104 年臺南場農友土壤送樣分析數據顯示，分析數據之誤差原因可能為採樣方法及土壤樣品數所致。民國 104 年臺南區農業改良場土壤肥料分析實驗室接收之土壤樣品之結果 (表 3) 顯示，土壤酸鹼值約在 6.2-6.6 之間，土壤有機質平均約在 18-20 g/kg 之間。土壤有機質能提供良好根系生長環境，故於基肥時期可以選用低養分、高有機質之資材。

表 4、民國 104 年度臺南場轄區木瓜果園土壤送檢有機質、有效性磷及有效性鉀分佈

	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀
	<30 g/kg	> 50 mg/kg	> 100 mg/kg
臺南	89(47)	87(46)	60(32)
嘉義	92(12)	54(7)	54(7)
雲林	100(7)	71(5)	57(4)

[1:]數值表示為”所佔比例(分析件數)”

進一步分析地區間土壤有機質、有效性磷鉀顯示 (如表 4)，土壤有機質未達 30 g/kg 者，約八成以上，未達比例偏高，應施用高有機質資材，或草生栽培 (如種植綠肥大豆) 以增加土壤有機質。此結果亦可能因為分析樣品數量較少所致。

土壤有效性磷高於 50 mg/kg 者，臺南及雲林約七成以上。土壤有效性鉀高於 100 mg/kg 者，平均約五成以上，應注意土壤中鎂鉀離子拮抗作用。

表 5. 100 年～103 年度高屏地區木瓜土壤肥力分析平均值

酸鹼度 (1:1)	有機質 (%)	有效性磷 mg/kg	有效性鉀 mg/kg	有效性鈣 mg/kg	有效性鎂 mg/kg	鐵 mg/kg	錳 mg/kg	銅 mg/kg	鋅 mg/kg	電導度 (1:5 ; dS/m)
5.9 ±0.1	1.8 ± 0.1	124.0± 5.5	162.6± 20.3	2095.9 ± 156.6	129.8± 12.1	625.7± 55.1	54.6 ± 4.7	6.7 ± 0.9	13.2 ± 1.3	0.4 ± 0.04

註：數值表示為平均值 ± 標準偏差

另外，在高屏地區整合民國 100 年- 103 年間所有木瓜土壤肥力分析資料，表 5 顯示高屏地區木瓜田平均土壤肥力在酸鹼度及有效性鎂，均比臺南、嘉義及雲林地區為低，而在有效性鉀及有效性鈣則高於臺南、嘉義及雲林地區，顯示不同地區農民栽種木瓜施肥管理方式之不同。高屏地區每年受到豪雨及颱風危害機率均大於雲嘉南地區，因此，農民為提高植物之抗性，多數著重於鉀肥及鈣肥之施用，為其可能之原因。

五、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦〈通用原則性的〉

三要素推薦量 (克/株/年) 每公頃施用堆肥 10-15 公噸情況下

樹齡 要素別	6 個月以下	6-12 個月	2 年	3 年以上
氮素	12	53	74	122
磷酐	22	98	136	241
氧化鉀	15	64	88	120

施肥時期及分配率 (%)

肥料別	基肥	定植後 3-5 個月	定植後 6-8 個月	定植後 9-10 個月
氮肥	-	40	30	30
磷肥	-	60	20	20
鉀肥	-	40	30	30
堆肥	70-100	-	0-30	-

換算單質肥料用量 (克/株/年)

樹齡 肥料	6 個月以下	6-12 個月	2 年	3 年以上
尿素 (硫酸銨)	26 (57)	115 (252)	160 (352)	265 (580)
過磷酸鈣	122	544	755	1338
氯化鉀 (硫酸鉀)	25 (30)	106 (128)	146 (176)	200 (240)

葉面肥

開花期前後可以**葉面施肥鎂肥** 500-600 倍及微量要素 2,000-3,000 倍，一至二次，每七天施用一次。

另於每年五至六月間，日間均溫高於 32℃以上，可於傍晚階段**葉面噴施硼砂**稀釋水 2,000 倍及磷酸一鈣稀釋水 300 倍，促進木瓜花性正常及幫助授粉，以求減少冬季無授粉之畸形果木瓜（管瓜）發生機率。使用方式為二週施用一次，若氣溫依然偏高（32℃以上），約三至四次即停止施用，以免硼施用過量影響木瓜品質。

高溫過後冬季無授粉之畸形果木瓜（管瓜）發生機率會偏高

六、木瓜合理化施肥實例

以高雄場民國 97 年於六龜地區的木瓜示範田為例，該筆土地栽種木瓜前之土壤肥力如下表：

六龜地區木瓜合理化施肥示範田栽種前土壤肥力分析表

檢測項目	pH (1:1)	有機質 g/kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
			mg/Kg			
表土	5.03	19.0	72	53	909	78
底土	5.02	17.1	68	47	568	55

檢測項目	鐵	錳	銅	鋅	電導度 (1:5 ; dS/m)
	mg/Kg				
表土	981	23	5	7	0.18
底土	821	24	4	8	0.13

說明：
土壤 pH 為強酸性，建議施用石灰資材 1,800 公斤/公頃補充鈣，並提升土壤 pH。此外，土壤有機質不足，應施用腐熟質優之堆肥 20 公噸/公頃。

此田區分為農民慣行施肥方式（簡稱慣行區）及合理化施肥示範方式（簡稱推薦區）進行比較，農民慣行區木瓜定植 1,800 株/公頃，而其施肥量為農民多年之施肥習慣，其施用肥料換算量為 N：P_2O_5：K_2O＝484：686：650，換算為硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀，總價約 34,300 元/公頃/年。而推薦區之施肥量為依據土壤肥力檢測及植物體營養診斷之結果進行推薦，並於木瓜定植後一週，以中興大學免費提供之溶磷菌稀

釋 300 倍噴灌木瓜根域，並於每三個月補充噴灌一次，而其化學肥料施用量換算為 N：P_2O_5：K_2O＝180：300：240，肥料施用總價約 13,700 元/公頃/年。二者比較，推薦區較慣行區之化肥用量，約減少 60%之施肥成本。

一般而言，施入土壤之磷肥僅 5 - 25%會被植物利用，且於強酸性土壤中磷易與鐵離子及鋁離子等結合，形成磷酸鐵及磷酸鋁，使磷無法為作物直接吸收利用，而溶磷菌則能將無效磷溶出有效磷供作物利用。因此，溶磷菌可間接促進植物利用土壤中之磷酸鹽類，以利木瓜生殖生長。此外，依據示範田土壤分析，其土壤質地屬於壤土，保肥能力較佳，因此，推薦有機質肥料於基肥施用期全量撒施，磷肥施用全量之 50%，氮肥及鉀肥施用全量之 30%，並培土作高畦，其餘肥料量於追肥時再酌量施用。

以慣行區之施肥量為基準（34,300 元/公頃/年）；合理化施肥之推薦區，每公頃相對可節省 20,600 元，但在產量方面均無明顯差異。因此，利用土壤肥力檢測及植物營養診斷技術，並配合微生物肥料溶磷菌之應用，施用於木瓜栽培上，將可有效節省施肥成本。

第十章　紅龍果

紅龍果合理化施肥

臺中區農業改良場曾宥綋、臺南區農業改良場潘佳辰、高雄區農業改良場張雅菁

一、紅龍果適宜栽植風土條件

(一) 生長氣候條件

紅龍果為三角柱屬 (*Hylocereus*) 原生於中南美洲之熱帶雨林及丘陵地，主要分布於哥倫比亞、墨西哥等地。生育特性耐旱但不耐淹水，水田轉作應打破犁底層而地下水位高或有淹水之虞田區，可於建園初期做好排水系統並搭配高畦種植。紅龍果適合生長於熱帶與亞熱帶氣候，栽培環境應避免霜害且氣溫不宜高於 38℃。臺灣從南到北的平地、丘陵或淺坡地均適合栽植。攀緣型之紅肉種與白肉種品系為目前台灣商業栽培之大宗，以下就上述二種品系之生育及栽培特性做介紹，如下表一所示。

表一、臺灣商業栽培之紅肉種與白肉種紅龍果品系特性[1]

特性	紅肉種	白肉種
果實外觀	紅皮紅肉	紅皮白肉
授粉特性	異花授粉及自花授粉 (目前主要栽培者，多具自花授粉特性，不需人工授粉)	自花授粉 (不需人工授粉)
始花期	4 月上旬	4 月下旬至 5 月上旬
末花期	10 月中下旬	9 月中下旬
產期	約 5 - 11 月	約 6 - 10 月
肉質口感	較為軟嫩	較為爽脆
果心糖度	18 - 20 度	15 - 17 度
臺灣栽培品種(系)	大紅、蜜寶、蜜龍、福龍、甜龍、帝龍、喜香紅、富貴紅、蓮花、石火泉種...等	越南種或稱白肉種

註：種植環境及栽培管理方式不同會影響其生育表現，個別品種 (系) 間部分特性表現上仍可能有所差異，故本表僅就其生育及栽培特性做一大致性比較說明供參。

(二) 土壤條件

紅龍果可生長於排水良好之各類土壤，對土壤適應性廣，不論是石礫地、黏質壤土、砂質壤土或其他土質均可生長。紅龍果為淺根作物，土壤必須具備良好的通氣性及排水性，故排水良好之土壤為種植紅龍果的首要考量，以土質肥沃且富含有機質之砂質壤土為佳。此外，栽培於中鹼性土壤應瞭解果實微量要素狀況並適時補充 (*Crane and Balerdi, 2013*)。

[1]陳奕君 2015 紅龍果有機栽培管理技術 臺東區農業改良場技術專刊特 61 輯

(三) 主要栽培品種[2]

1. 越南白肉種

依果形又可細分為長形白肉與圓形白肉兩種。白肉種於南部地區開花較紅肉種遲約半個月 (四月下旬至五月上旬)，花期也較紅肉種早結束 (末期花在九月中下旬)，產期較紅肉種短 1-1.5 月，但因每期花果的數量較為穩定，所以平均年產量與紅肉種不相上下。白肉種對光照的敏感度較低，催花效果較差；但其柱頭與雄蕊較為接近，且自花著果力強，若再經人工異花授粉果形可再增大。此外，白肉種的刺座較短，栽培管理上較不易被刺傷，故適合一般民眾庭院栽植，管理上也較為省工。白肉種的肉質較為爽脆，可溶性固形物大致在 12-16°Brix，較紅肉種 (平均都在 15°Brix 以上) 為低，其纖維質含量較紅肉種為多。

2. 改良紅肉種

紅肉種的開花期較早於白肉種，可於四月上旬氣溫開始升高之際開花，陸續開花結果至十月中旬，若九月後能再經燈照處理，可延長產期至十一至十二月，每年估計可有 12 期花以上。紅肉種與白肉種的判別主要為果肉色，另外，其枝條邊緣沒有白條帶，花瓣前端帶有紅色，還有枝條密佈長刺，果皮鱗片較短等特性，其柱頭較長於雄蕊，不易自花授粉，常需混用其它紅肉種或白肉種品系花粉進行人工授粉才能順利著果，栽種上較費工，成本也較高；而消費者對紅肉與白肉種果實的接受性呈兩極化反應，紅肉種的糖度一般較高，但果肉軟，較不具脆感，並且甜菜苷色素 (betalains) 不易被消化吸收，以致排泄物仍帶有該色素，白肉種糖度較紅肉種為低，但予人清甜的口感。台灣民間已利用中南美洲引進的原種再與紅肉種進行雜交，其後代在果實品質的提高及自交親和性等性狀均已獲得改良，產量高且口感亦可為國人所接受，目前較為知名的品種有下列幾種。

3. 吳沛然系列

為中部地區農友所選育出來的品系，較適合於南部地區的高溫環境栽植，惟需人工授粉，目前以福龍、甜龍 (性狀與福龍相近) 與帝龍三品種較多。其中福龍種的果形較帝龍為大，生長勢也強，其特性為七至八月的採收果較大，果萼較長，較不會裂果，並且枝條的莖肉較厚，較耐強日曝晒，果肉帶有微香氣。缺點為枝條上的刺座長且多，栽培管理上易被刺傷，果皮也較厚，果皮顏色較不亮麗；而帝龍的早、末期採收的果實較大，果萼較短，易裂果，生長勢也較弱，栽培管理技術要求較高，否則果實易帶酸味。

4. 石火泉種

為中部地區集集鎮農友所選育出來的品系，最大優點為自花親和性強，可以不需人工授粉果實即可有中上果形，果萼深度與寬度較長且小，裂果率小，果皮薄，肉質較不具香味，品質中等，適合中部地區栽培，於南部地區栽植會有枝條晒傷情形 (特別是在七至八月高溫期)，並且花朵開放前雌蕊會於傍晚提早抽出，雖仍可自花授粉，但果形較小。另外，本品種因果皮及鱗片都偏薄，較不耐運輸及貯藏。

---

[2]劉碧鵑，2010 臺灣紅龍果的栽培 農業試驗所特刊第 144 號

5. 蜜寶

為昕運國際有限公司於 2001 年開始，以中南美洲原種為母本，省產白肉種為父本，進行雜交選拔出來的品系。其優點包括大果比率高，平均單果重達 625 g，最大單果重可達 1,000 g 以上。果實偏圓形，鱗片短，容易包裝、裝箱。果蒂深度雖淺，但較其它紅肉品種不易裂果。八分熟果實可溶性固形物平均達 18°Brix 以上，帶甘蔗甜味，肉質脆。果實貯運性佳，耐貯放，室溫下有五天，低溫 (5℃) 冷藏下可長達二星期以上。掛果期長，果皮轉紅後一星期不採果亦不易裂果。枝條刺座稍長於白肉種，但短於紅肉種，所以在栽培管理、採果等作業操作上為紅肉種中較不易被刺傷的品種。

6. 蜜龍

為鳳山熱帶園藝試驗分所自紅皮紅肉種與黃龍種中雜交選育出來的品系，皮色為橙紅色，果實風味甚優，近似黃龍種，帶有甘蔗甜味，果心可溶性固形物可達 21° Brix 以上，產期則近似紅肉種，花期自三月下旬至十二月上旬，產期可以不經燈照處理延長至翌年一月採收，惟其具有果皮近基部帶細刺及果形偏小 (400 g 以下) 的缺點，目前已有研究以此品種為親本進行雜交選育，期待能改進該品種的缺失。

7. 大紅

此品種為南投縣名間鄉農友選育，具自花親合，不需人工授粉即有中大型果，平均單果重 600 g，開花期遇雨水不影響著果，果型偏圓，鱗片短且薄，果皮不易因運輸擠壓擦傷，八分熟果實果心可溶性固形物平均可達 20° Brix 以上，帶甘蔗甜味，裂果率中等，缺點為果肉質地鬆軟，廚架壽命短。

8. 黃龍 (*Selenicereus megalanthus* (schum.) Brit ＆Rose.)

為仙人掌科中果實品質較佳之品種，果皮黃色，英文名為 Golden pitaya 或 Yellow pitaya，具有三種類型 1. 果實未成熟時，果皮上有長且尖的細刺，完全成熟後細刺會脫落，2. 果皮上有細刺，但成熟後不會脫落；3. 果皮上沒有刺，但是口感比較差。台灣所引進栽培的是果皮帶有細刺的品系，其品質高於紅肉種，口感清爽，且果實糖度分布均勻，但果實小，在哥倫比亞有大面積的商業栽培。開花結果習性異於紅龍種，其主要開花期在溫度轉換之際的五月 (於花後 90-100 日成熟) 與十月 (於花後 140-150 日成熟) 兩期。初始花芽萌生於非當季肉質莖，果實糖度高且風味甚佳，可延長掛果一個月，且不易裂果，但果實小 (小於 300 g) 且果皮密佈細刺。果肉清香，果皮色鮮黃，種子大，不必全熟即可採收而不影響品質，全熟後果皮細刺雖可用人工剝除，但仍有被其細刺刺傷的危險，管理甚為不便，加上開花次數少，果實小，單位面積產量甚低，台灣較少做商業栽培。

(四) 栽培管理

1. 灌溉管理

紅龍果雖較其他作物耐旱，然而，水分不足也會影響果實品質，一般而言，適度乾旱有助於花芽分化，於開花後若仍保持乾旱則會影響果實產量與品質。一般建議維持土壤於一定水分含量，避免乾溼交替導致裂果，可視土壤保水力適度調節灌溉頻率，四至五月後開花結果期土壤應保持濕潤，而十一至二月灌溉水量可稍減，可一週灌溉兩次。

2. 栽培密度與預估產量

目前紅龍果以單樁式或 A 字型支架作為其攀附生產模式，行距為 2.8-3.2 公尺，單樁式株距為 2-2.5 公尺，A 字型株距 45-60 公分，支撐高度 1.2-1.8 公尺。單樁式方型水泥柱入土深度約 60 公分，地上部高 120-150 公分，柱子直徑 10-12 公分內含四分鋼筋二支，水泥柱較其他資材耐用且載重力佳。A 字型排列架可有效利用株間空間，單位面積產量高，有利於燈照產調處理，缺點為較不抗風且通風性差，枝條數量較不易控制。產量每公頃介於 15,000 公斤至 27,000 公斤。

3. 草生栽培或覆蓋

紅龍果根為氣根性，生長於淺地表，怕日曬，且長期下雨時，易缺氧造成根系腐爛，枝條（蔓莖）變軟。行草生栽培可調節土壤溫度、減少水分蒸散及防止土壤沖刷，可於土表形成緩衝層保護根部，並穩定根域環境降低裂果率。紅龍果枝條為減少水分散失，白天氣孔閉合，而晚間氣孔張開，以便吸收二氧化碳，剛好與一般草種相反，草種放出之二氧化碳，正好供應紅龍果，形成互補作用。因此，可選擇草種種植或雜草管理上可將紅龍果園畦間的雜草，以割草機離地面 10-20 公分處伐除，避免使用除草劑。

4. 紅龍果栽培時期與作業 (表二)

表二、紅龍果栽培曆與管理作業

月份	10 11 12	1 2 3	4 5 6 7 8 9
生長發育	產期尾聲 開始萌梢 (紅肉種因產期較晚結束，新枝於十二月開始萌生；白肉種產期較早結束，十月即開始萌生新枝)	植株大量萌梢 營養生長轉入生殖生長	開花結果期 紅肉：四月花芽分化，產期五至十二月 白肉：五至六月花芽萌出，產期 6 六月中至十一月
栽培管理	修剪 施肥 繁殖 更新品種	新梢誘引 短截枝條，修剪新梢，促進提早開花 開花前補充肥料	疏花，調節不同批次花期 授粉(紅肉) 套袋，提高果實品質 採收、分級包裝

二、植體營養診斷與土壤採樣

1. 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙

紅龍果植株養分是否充足，可以由枝條肉質莖之厚薄判斷。枝條較薄者，通

常植體養分較不足，可能的情況有土壤養分較低、土壤產生逆境 (淹水、EC 值過高、線蟲危害等)，需先瞭解現地情況，才可以對症下藥。一般而言，植株缺乏氮會反應在枝條偏黃及薄弱。

2. 土壤採樣方法

紅龍果為淺根作物，土壤樣品採集表土 0 - 20 公分範圍內。土壤採樣最佳時期為施用基肥前，於園區中選定五點，並且鄰近樹冠邊緣，將表面之枯枝落葉撥開後採集土壤；土壤採集完成後，均勻混合並取 600 公克至 1 公斤放入採樣袋，註明姓名、地址、地段地號、電話、作物別、表土 (或底土)。以郵寄或親自送到各區改良場土壤肥料研究室。

三、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

紅龍果施肥管理參考實例或範例

1. **泰國肥料試驗** (*Muchjajib and Muchjajib, 2012*)

三年生紅龍果試驗園區之土壤為粘土、pH7.6、有機質含量 14.3g/kg，施肥時期自 2007 年 10 月-2008 年 9 月。每月每支柱施用 10 克化學肥料 46-0-0、24-24-0 或 16-16-16 搭配每月每支柱施用 2 公斤廄肥，可達高產，每公頃產量分別可達 22.17 t、21.44 t 與 20.65 t 且果實可溶性固形物達 13.33、13.80 與 13.88 °Brix。

2. **佛羅里州大學施肥建議 (*Crane and Balerdi, 2013*)**

針對第一年生紅龍果建議每二個月施肥一次，每株施用 118 g 的 6-6-6、8-3-9 或 8-4-12 肥料附加有 2-3 %鎂，此外，每株施用 1.2 公斤腐熟堆肥。

於三月底至九月間噴四至六次微量要素。植株生長於高 pH 石灰性土壤可於株旁開溝後，每株施用 7-15 克鉗合鐵，若生長於中性土壤可開溝施用少量硫酸鐵。

紅龍果生長至第二年至第三年應增加施肥量，每二個月每株施用 136-182 g 的 6-6-6、8-3-9 或 8-4-12 肥料，搭配每株施用 2.7 公斤堆肥。於三月底至九月間噴四至六次微量元素。每株施用 22-29 g 鉗合鐵。

紅龍果生長至第四年，每三個月每株施用 227-341 g 的 6-6-6、8-3-9 或 8-4-12 肥料，搭配每株每六個月施用 2.2 公斤堆肥。於三月底至九月間噴四至六次微量要素。每株施用 22-29 g 鉗合鐵。

3. **夏威夷大學馬諾阿分校施肥建議 (*Zee et al., 2004*)**

紅龍果於四月份時，每株每四個月施用四公斤牛糞堆肥與約 100 g 的 13-13-13 肥料。

四、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦
(紅龍果種植於不同區域之現況調查與土壤養分)

(一) 中部地區栽培現況

民國 103 年紅龍果於臺中區農業改良場轄區總種植面積為 738 公頃，其中於彰化縣種植面積最廣達 420 公頃，主要集中於二林鎮 (304 公頃)、竹塘鄉 (37 公頃)與埔鹽

鄉 (19 公頃)。南投縣總種植面積為 224 公頃，主要分布於名間鄉 (64 公頃)、竹山鎮 (36 公頃) 與中寮鄉 (17.40 公頃)。臺中市總種植面積為 94 公頃，主要種植區域為外埔區 (36 公頃) 與后里區 (17 公頃)。

1. 土壤診斷

經分析二林鎮土壤肥力，結果如表三所示。其中**二林產區土壤 pH** 大於 7.0 佔 48.9 %，pH 5.5-7.0 佔 33.3 %，pH 小於 5.5 佔 17.7 %。顯示中鹼性土壤仍佔有一定比例，不應施用鹼性堆肥或資材，並可偵測果實微量要素含量之差異。

土壤有機質含量小於 30 g/kg 佔 84.5 %而小於 20 g/kg 佔 73.4 %，顯示二林產區紅龍果園之土壤有機質含量低，應於基肥時補充有機質肥料。

土壤 Bray-1 磷含量大於 300 mg/kg 佔 53.3 %，而大於 400 mg/kg 佔 33.3 %；顯示過量施用磷肥。**交換性鉀含量**大於 400 mg/kg 佔 11.1 %。過量施肥易導致紅龍果園**土壤 EC 值**大於 0.66 ds/m，**交換性鈣與鎂含量**與土壤 pH 呈相關，二林產區較無缺乏此兩要素養分之疑慮。

表三、二林鎮產區土壤特性分析(總分析樣品數 45 筆)

pH	%	**EX-K mg/Kg**	%
<5.0	4.4	<100	13.3
5.0-5.5	13.3	100-150	20
5.5-6.0	8.9	150-400	55.6
6.0-6.5	11.1	400-500	4.4
6.5-7.0	13.3	>500	6.7
7.0-7.5	33.3		
7.5-8.0	15.6		
OM g/kg	%	**EX-Ca mg/Kg**	%
< 10	6.7	<600	0
10-20	66.7	600-1000	2.2
20-30	11.1	1000-3000	77.8
30-40	15.6	>3000	20
Bray-1 P mg/Kg	%	**EX-Mg mg/Kg**	%
<50	6.7	<50	0
50-200	22.2	50-200	73.3
200-300	17.8	200-300	20
300-400	20	>300	6.7
400-500	11.1	**EC (1:5) dS/m**	%
500-600	8.9	<0.33	51.1
>600	13.3	0.33-0.66	33.3
		>0.66	15.6

南投縣名間鄉紅龍果土壤肥力分析資料如表四所示，**土壤 pH** 小於 5 佔 84.6 %，pH 小於 6 達 100 %，顯示名間鄉紅龍果產區土壤較偏酸，**土壤有機質含量**小於 3 0 g/kg 達 69.3 %，小於 20 g/kg 達 61.6 %，顯示土壤有機質仍需補充，，**土壤 Bray-1 磷含量**大於 400 mg/kg 佔 38.5 %，有過量施用磷肥之虞，**土壤交換性鉀含量**大於 400 mg/kg 佔 23.1 %，**土壤交換性鈣含量**小於 600 mg/kg 佔 69.2 %而**交換性鎂含量**小於 50 mg/kg 佔 53.8 %，顯示鈣與鎂含量較有缺乏之虞，名間鄉紅龍果產區土壤 EC 大於 0.66 ds/m 佔 7.7 %較二林產區 15.6 %低，土壤鹽化程度較輕。

針對名間鄉紅龍果產區土壤偏酸，可於施基肥前約 20 天，施用石灰資材並耕犁入土或覆土，以改良土壤酸鹼度並補充鈣與鎂。

表四、名間鄉產區土壤特性分析(總分析樣品數 13 筆)

pH	**%**	**K mg/kg**	**%**
<5.0	84.6	<100	38.5
5.0-5.5	7.7	100-150	15.4
5.5-6.0	7.7	150-400	23.1
6.0-6.5	0	400-500	7.7
6.5-7.0	0	>500	15.4
7.0-7.5	0		
7.5-8.0	0		
OM g/kg	**%**	**Ca mg/kg**	**%**
< 10	15.4	<600	69.2
10-20	46.2	600-1000	7.7
20-30	7.7	1000-3000	23.1
30-40	23.1	>3000	0
> 40	7.7		
P mg/kg	**%**	**Mg mg/kg**	**%**
<50	23.1	<50	53.8
50-200	38.5	50-200	38.5
200-300	0	200-300	0
300-400	0	>300	7.7
400-500	7.7		
500-600	0	**EC (1:5) dS/m**	**%**
>600	30.8	<0.33	76.9
		0.33-0.66	15.4
		>0.66	7.7

2. 臺中區農業改良場施肥建議

(1)土壤酸鹼值

紅龍果施基肥前應檢測土壤肥力特性，若土壤 pH < 5.0 者可施用石灰資材

改良土壤，於冬季修剪枝條時期並於施基肥前約 20 天，依土壤分析鎂含量，選擇施用石灰石粉或苦土石灰，每公頃施用 1,000-1,500 公斤並覆土，藉以調整土壤酸鹼度並補充鈣與鎂。

(2)土壤有機質

紅龍果根系淺且分布廣，應提高土壤有機質含量，以利保肥與促進根系生長，***有機質含量低於 20 g/kg**，每公頃用 30-40 噸優質堆肥，**有機質含量高於 20 g/kg 低於 30 g/kg**，每公頃用 10-15 噸優質堆肥，**有機質含量高於 30 g/kg**，每公頃用 6,000-8,000 公斤優質堆肥。堆肥可選擇氮含量小於 20 g/kg 且 pH 與土壤互補者。於冬季枝條修剪期施用後覆土。

(3)肥料三要素

肥料三要素用量為 N-P_2O_5-K_2O=220-280 -- 160-220 -- 240-320，肥料分配率與要素施用量如下表五與表六所示，單質肥料施用量如表七所示，複合肥料施用量如表八。其中複合肥料施用之田區應逐年分析土壤 Bray-1 磷，若發生土壤有效磷含量過多時，應改施複合肥料種類。

(4)養分加強與調節之另外補充

於施肥區間可噴施即溶肥料於紅龍果根系，營養生長期與幼果期可噴施 200-400 倍高氮液肥如即溶 1 號 (26-13-13)、開花期可噴施 200-400 倍高磷液肥如即溶 4 號 (14-28-14)、果實轉色期可噴施高鉀液肥如即溶 5 號 (10-20-20)或 6 號肥料。噴施肥料與否可視植株生育狀況作調整。

(5)鹽分累積

雖紅龍果對重肥反應不靈敏，但長期施用過量肥料易導致土壤鹽分蓄積，提高土壤 EC 值，且應注意含鈉資材來源與用量，避免過量施用，另也不應使用未腐熟之禽畜糞堆肥或禽畜糞，以免土壤養分不均，重金屬累積、蟲卵、病原菌及臭味等負面效應發生。

表五、紅龍果肥料分配率 (%)

肥料別	枝條修剪期 (基肥)	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
堆肥	100 %	-	-	-	-	-	-	-	-
氮	30	5	5	10	10	15	10	10	5
磷酐	100	-	-	-	-	-	-	-	-
氧化鉀	30	5	5	10	10	15	10	10	5

表六、紅龍果三要素配施量 (公斤/公頃)

肥料別	枝條修剪期 (基肥)	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
堆肥	*依土壤有機質含量調整用量	-	-	-	-	-	-	-	-
氮	66-84	11-14	11-14	22-28	22-28	33-42	22-28	22-28	11-14
磷酐	160-220	-	-	-	-	-	-	-	-
氧化鉀	72-96	12-16	12-16	24-32	24-32	36-48	24-32	24-32	12-16

表七、紅龍果單質肥料施用量（公斤/公頃）

肥料別	枝條修剪期（基肥）	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
堆肥	*依土壤有機質含量調整用量	-	-	-	-	-	-	-	-
硫酸銨	314-400	52-67	52-67	105-133	105-133	157-200	105-133	105-133	52-67
過磷酸鈣	888-1222	-	-	-	-	-	-	-	-
氧化鉀	120-160	20-27	20-27	40-53	40-53	60-80	40-53	40-53	20-27

表八、紅龍果複合肥料施用量（公斤/公頃）

肥料別	枝條修剪期(基肥)	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
堆肥	*依土壤有機質含量調整用量	-	-	-	-	-	-	-	-
39 號複肥 (12-18-12)	600-700	-	-	-	-	-	-	-	-
43 號複肥	-	80-105	80-105	145-210	145-210	220-280	145-210	145-210	80-105

*有機質含量低於 20 g/kg，每公頃用 30-40 噸優質堆肥，有機質含量高於 20 g/kg 低於 30 g/kg，每公頃用 10-15 噸優質堆肥，有機質含量高於 30 g/kg，每公頃用 6,000-8,000 公斤優質堆肥。

(二) 雲嘉南地區栽培現況

紅龍果於雲嘉南轄區之主要栽培產地分布於臺南（東山、柳營、山上等)、嘉義(竹崎、鹿草、中埔等)、雲林（崙背）。主要栽培品種包含大紅、蜜寶、富貴紅（黃士晃，2011 紅龍果栽培改善措施 台南區農業專訊第 78 期）。

紅龍果土壤酸鹼值適應範圍大，而土壤養分於土壤酸鹼值 6.5 有效性較高，故可以選擇土壤酸鹼值改良、或於生長期間補充養分，確保養分充足。於耕作時可於基肥施用有機質肥料，再於各生長期各別補充所需營養元素。

民國 103 年火龍果於臺南場轄區內種植面積分別為：臺南地區 182 公頃、嘉義地區 144 公頃及雲林地區 86 公頃（農糧署農情報告資源網)，主要耕作區域為台南地區。

1. 土壤診斷

民國 104 年臺南區農業改良場土壤肥料分析實驗室接收轄區內火龍果農友土壤送樣之結果如表九所示。品質優良之有機質肥料能提供良好根系生長環境，故於基肥時期可以選用低養分、高有機質資材。於種植過程中因追求品質而多施用磷鉀肥，容易造成土壤有效性磷及鉀偏高。

根據表十，土壤有機質達 30 g/kg 者，佔送樣土壤比例約一至三成五，顯示仍可施用高量有機質資材，或草生栽培（如種植綠肥大豆）以增加土壤有機質。土壤有效性磷高於 50 mg /kg 者，佔送樣土壤比例六成以上；土壤有效性鉀高於 100 mg

/kg 者，亦佔送樣土壤比例六成以上。施用時需考慮作物根系是否有足夠能力吸收及植株所能保存的量。

表九、民國 104 年度臺南場轄區火龍果土壤送檢分析數據結果

	EC (1:5)	pH (1:1)	有機質	有效性磷	有效性鉀	有效性鈣	有效性鎂
	dS/ m		g/kg	------------------------ mg/ kg--------------------			
臺南	0.38 ± 0.46[1]	6.58 ± 0.99	28.5 ± 14.7	209 ± 315	216 ± 192	2168 ± 1033	311 ± 193
嘉義	0.34 ± 0.29	6.88 ± 1.26	25.6 ±1 5.9	150 ± 153	241 ± 174	2282 ± 1010	341 ± 211
雲林	0.31 ± 0.44	6.61 ± 1.41	18.8 ± 11	179 ± 162	180 ± 105	1954 ± 1287	230 ± 163

土壤磷以 Bray No.1 法抽出，鉀、鈣及鎂以 Mehlich No.1 法抽出。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

表十、民國 104 年度臺南場轄區火龍果園土壤送檢有機質、Bray-1 磷及交換性鉀分佈百分比%

	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	總筆數
	> 30 g/kg	> 50 mg/kg	> 100mg/kg	
臺南	32	66	67	95
嘉義	35	69	88	27
雲林	11	74	68	19

2. 臺南區農業改良場施肥建議

(1) 年產量約 23-25 公噸/公頃之施肥管理用。

(2) 三要素推薦量 (公斤/公頃)，需依實際情況調整用量。

氮肥 (N)	磷酐 (P$_2$O5)	氧化鉀 (K_2O)	腐熟堆肥
220-280	160-220	240-320	10,000-15,000

(3) 施肥時期及分配率

肥料別	基肥	花果生長及採收期間							採收期後
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	
氮肥	30	5	10	10	15	10	10	5	5
磷肥	100	-	-	-	-	-	-	-	-
鉀肥	30	5	10	10	15	10	10	5	5
有機堆肥	100	-	-	-	-	-	-	-	-

註：腐熟堆肥應使用合格登記有案之品牌。

(三) 高雄區農業改良場施肥建議

1. 土壤 pH 需求及改良

土壤 pH 值以 5.5-7.5 間為宜，改良土壤 pH 所需石灰需要量因土壤質地而異，各質地土壤之石灰需要量如下表所示。

pH	石灰需要量 (公噸/公頃)(改良 20 公分土層厚度)					
	砂土及壤質砂土	砂質壤土	壤土	坋質壤土	黏土	有機土
4.5 增至 5.5	0.7	1.2	1.8	2.8	3.7	8.2
5.5 增至 6.5	1.0	1.7	2.4	3.5	4.7	8.5

2. 土壤有機質含量

土壤有機質含量影響土壤的保水保肥能力，一般可供作物正常生長之土壤有機質含量約為 20 g/kg，而土壤有機質含量 10 g/kg 以下之石礫地或極砂土，保水保肥很差，應施用之非豆粕類但纖維質 (氮不高於 20 g/kg) 或碳較高 (C/N 較高) 之有機資材，或以含有機質之複合肥料取代部分化學複合肥料。

有機資材用量應視 20 公分土層之土壤有機質含量而定；有機質含量低於 20 g/kg 時，施用量為 30 - 40 公噸/公頃；若介於 20 - 30 g/kg，用量減為 20 - 30 公噸/公頃；高於 30 g/kg 時，用量減為 10 - 15 公噸/公頃。然而，田間實際情況仍可能因土壤性質及栽培管理方式而異，必要時可參考上述用量，視情形調整施用量。

維持土壤中有機質含量，除施用有機資材外，亦可實施草生栽培，或利用殘枝落葉、稻草等敷蓋樹冠下周圍，可維持土壤有機質含量、減少水分的蒸發，並改善土壤物理性質避免土壤結皮等。

由於土壤有機質的含量會因微生物礦化分解而逐年減少，因此，應於每年冬季修剪後，可施含高氮成分的有機質肥料，以供後續新梢的萌芽及抽長時營養生長所需。

3. 目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

應於基肥施用前一個月進行土壤肥力分析，依分析結果進行施肥推薦。如土壤有機質含量不足，則可施有機質肥料或有機液肥補充，土壤有效性氮、磷、鉀不足或過量時，則可經過精算後進行酌量增施或減施；如土壤微量要素缺乏時，則需額外地面撒施補充或葉面噴施。

紅龍果一年可多批次開花結果且結果期長達 6-8 個月，需肥性甚強，肥培管理方式有別於一般果樹，基肥可撒施粒狀或粉狀有機質肥料於土表，追肥可使用液肥澆灌於土壤。掛果期間使用液態追肥，可同時補充土壤水分，有利於果實發育。若能添加有益微生物 (菌) 於液肥一起使用，對於土壤之物理、化學及生物性質皆具有正面效益。紅龍果各生長階段之施肥量可參考下表作法。

(1)基肥：

於 11 月下旬至 12 月產期結束並完成修剪後，全園撒施有機質肥料做為基肥，或直接施用在根系分佈區域。此外，施用磷肥有助於開根，應將氮:磷酐:氧化鉀三要素比調整為 $N:P_2O_5:K_2O$ = 1:1.5:1 或 2:1.5:1，故可施用國產推薦之腐熟堆肥搭配三要素較平均之化學肥料如 43 號複肥 (15-15-15-4) 搭配過磷酸鈣 (0-18-0) 進行開溝施肥。

另外，也可利用有機液肥搭配三要素較平均之即溶化學肥料，如即溶 43 號 (15-15-15-4) 進行表面澆灌。

(2)追肥：

A.營養生長期

施用含氮、磷及鉀肥等三要素較均衡的液肥 (如即溶 43 號 (15-15-15-4))，促進萌芽及枝條生長。營養生長轉生殖生長之階段，所需求之磷、鉀肥較高，開花前一個月可施用高磷鉀肥，但需控制氮肥不過量供給，過量之氮肥易使枝條徒長、不易開花結果。

B.謝花至轉色前的綠果期

可施高氮低鉀的化學肥料 (43 號複肥 (15-15-15-4) 或 5 號複肥 (16-8-12))，促進果實發育，增加大果率。轉色期則施用低氮高鉀 (磷) 的化學肥料 (43 號複肥或 4 號複肥 (11-5.5-22))，提高果實糖度，應於剛開始轉色初期即使用 (約於採收前一週)，否則效果可能不顯著。

(3)微量要素之補充：

欲確保植株是否出現微量要素缺乏症狀時，首先要檢視土壤酸鹼度是否過高或過低，例如當土壤酸鹼度過高時，土壤中會缺乏微量要素鐵、錳、銅、鋅，應調整土壤酸鹼度為 6.0-7.5 之間，並同時進行土壤灌注或葉面噴施微量元素補充以改善之。

紅龍果生育時期	肥料種類	肥料施用量 (公斤/ 0.1 公頃)
修剪後之枝梢培養期	有機質肥料	1,000-1,500
	43 號複肥 15-15-15-4)	40-50
	過磷酸鈣 (0-18-0)	32-40
	鈣鎂肥	10-15
枝梢培養中後期	即溶 43 號 (15-15-15-4)	200 倍 (根域澆灌)
	即溶 43 號 (15-15-15-4)	500 倍 (葉面)
開花期	39 號複肥 (12-18-12) (開花前 1-2 月)	30-50
小果期	43 號複肥 (15-15-15-4)或 5 號複肥 (16-8-12)	30-40
果實膨大期	43 號複肥 15-15-15-4) 或 4 號複肥 (11-5.5-22)	40-50
糖度累積期	氯化鉀或硫酸鉀	500 倍 (葉面)

第十一章　番石榴

番石榴土壤管理與施肥技術

臺中區農業改良場　陳鴻堂
臺南區農業改良場　潘佳辰
高雄區農業改良場　蘇博信

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

番石榴為熱帶果樹，具樹勢強建，適應能力強等特性，性喜溫暖潮濕之氣候，最佳生育溫度為 15 - 32℃，最佳著果溫度則為 23 - 28℃。番石榴植株不耐低溫，當溫度降至 5 - 7℃，葉片將出現紅斑之寒害徵狀，而夏季多雨之環境，則容易造成落花、落果之現象，高溫環境下則易使果實發育成長快速，導致果肉易軟化，果實糖度降低。

(二) 土壤條件

番石榴田區土壤管理乃為多面向組合，包括土壤養分含量、土壤水分管理、土壤酸鹼值（pH）、土壤質地、土壤有機質等，因此，土壤分析與土壤資訊結合之土壤管理組資料庫極具重要參考價值。

土壤質地影響肥培方式甚深，粗質地保水保肥力較中細質地土壤差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失，另外，土壤質地更影響灌水分管理方式，溼式管理為經常維持表土 5-10 公分左右土壤 8-9 分濕潤。於露天番石榴田區較難實行，可由土壤質地決定灌溉土層深度與灌溉頻率如下所示；質地黏重之壤土，黏壤土，黏土或留草，養分移動慢致保肥與水較佳，灌溉至 8-12 公分為止，因移動（慢）至 20 公分時養分約已耗盡，給水頻率應 1 次/ 4-5 天或 1 次/週。輕質地砂質土，砂壤土或無草則移動快保肥與水較差，灌溉至 5- 8 公分止，移動至 20 公分時養分約已耗盡，給水頻率應 1 次/ 2-3 天或 2 次/週。

土壤酸鹼值 (pH) 對養分之營養管理：最佳番石榴果園土壤酸鹼度為5.5到7.5之間，如為酸性土壤（pH 4.5-5.0)，甚至4.0以下，其土壤交換性鈣與鎂含量顯示較不足，需施用苦土石灰改良土壤，一般pH 4.5- 5.0可能鎂，硼及鈣缺乏，可用施肥策略矯正。

土壤有機質管理：番石榴田區有機質含量大於 20 g/kg 為最佳，而當土壤有機質含量 10 g/kg 以下之石礫地或極砂土，保水保肥很差，應施用之非豆粕類但纖維質（氮素不高於 20 g/kg）或碳較高或 C/N 較高之有機質資材，或以含有機質之複合肥料取代部分化學複合肥料。但仍以水分與肥料藉管路少量多次管理重於有機質添加；維持適當之土壤有機質含量，除大量施用有機材質外，可實施草生栽培覆蓋與敷蓋，或利用殘枝落葉或稻草或刈割之雜草等敷蓋樹冠下周圍，減少水分的蒸發與維持土壤有機質含量。同時可避免土壤結皮。土壤有機質管理目的為改善土壤物理性質，增進肥料與水分於土壤之縱向的通透性，減少橫向流失。

(三) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

依據民國 103 年農業統計年報顯示，目前臺灣地區栽植番石榴面積達 7,128 公頃，其中高雄市居冠，達 2,689 公頃，其次為臺南市，共栽植 1,372 公頃，而彰化縣則位居第三，面積佔約 1,182 公頃，其餘分佈於屏東縣（529 公頃）、雲林縣（311 公頃）、嘉義縣（255 公頃）及宜蘭縣（214 公頃）等地區。

目前栽培品種以珍珠拔最多，民國103年資料臺中地區彰化縣種植1,183公頃，南投縣159公頃，臺中市98公頃，根據統計民國102年番石榴生產費用每公頃59 - 63萬元，平均每公斤生產成本17.9元，生產費用以人工費每公頃之支出約40萬佔63%，肥料支出則佔9.3%，所以番石榴依據土壤特性與栽培方式合理調整施肥極為重要，不但可維護農田土壤永續生產力，而且可降低生產成本。

2013年統計資料顯示彰化縣種植1,193公頃，全縣26個行政區中以溪州鄉栽培面積為463公頃最多，其他鄉鎮依次為社頭鄉220公頃、二水鄉139公頃、員林鎮109公頃、田中鎮74公頃、永靖鄉49公頃、埔心鄉37公頃、大村鄉24公頃、溪湖鎮15公頃、田尾鄉11公頃、埤頭鄉10公頃、北斗鎮11公頃、其他為栽培面積0.03- 7.95公頃者有14鄉鎮市（圖1）。南投縣種植161公頃，在13個行政區中，番石榴栽培面積竹山鎮45公頃居冠、集集鎮31公頃居次、國姓鄉24公頃、水里鄉16公頃、名間鄉15公頃、草屯鎮10公頃，除信義與仁愛鄉外其他鄉鎮亦有零星之種植（圖2）。臺中市種植98公頃，各區栽培面積為0.5- 9.9公頃間，以東勢區栽培較多。

雲林、嘉義與臺南縣番石榴主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

主要經濟栽培品種為珍珠拔、臺農 1 號（帝王拔）、高雄 2 號（珍翠）、水晶拔；紅肉品種則以彩虹拔及宜蘭紅心拔。番石榴栽培產地面積分布於臺南 1,372 公頃、嘉義 255 公頃、雲林 312 公頃（農糧署農情報告資源網）。

(四) 產地土壤母質與理化性

土壤酸鹼值圖顯示，彰化縣番石榴多數種植於中-微鹼性土壤，僅員林鎮與社頭鄉有少部分種於中-強酸性土壤（圖3），若pH值低於5.5之強酸性土壤，最佳之土壤管理策略為施用石灰資材，以提高果園土壤酸值。

南投縣種植面積較大之竹山與集集鎮大部分果園土壤都是中至微酸性（圖4），有利番石榴生長。

土壤有機質圖顯示，彰化（圖5）與南投縣（圖6）多數種植番石榴之果園土壤有機質含量為中低等級，須適時補充有機資材，或推廣草生栽培以提高有機質（圖10、圖五十）。

土壤管理組圖顯示，溪州鄉有多數果園種植於低地石灰性淺層排水良好沖積土與低地石灰性出質地排水良好沖積土（圖 7）。竹山鎮果園分布於非石灰性淺層排水良好沖積土與低臺地中質地排水良好沖積土，土壤表層之肥料大部分會隨地面水分往地層下移動作用，造成該土壤易流失養分（圖 8），若要達到高產目標，需加強施肥管理措施。

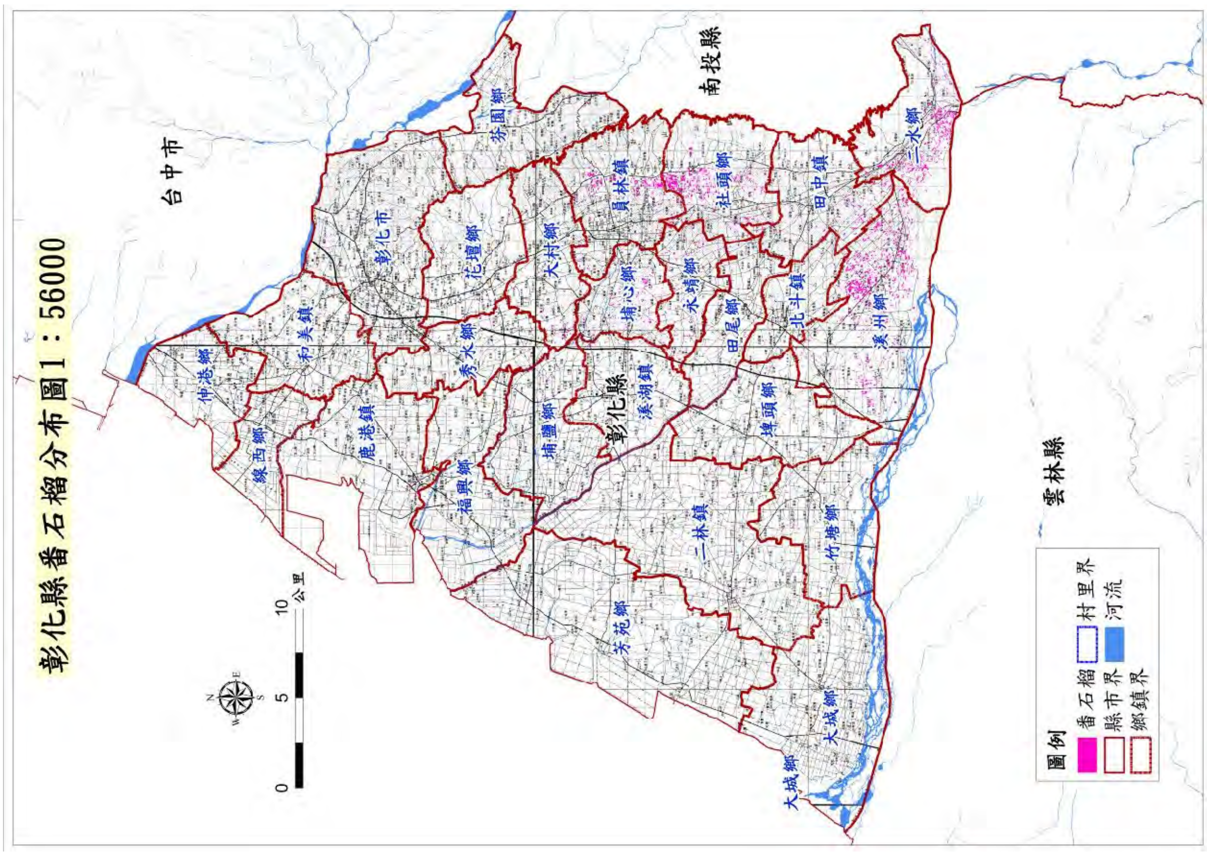


圖 1. 彰化縣番石榴栽植分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

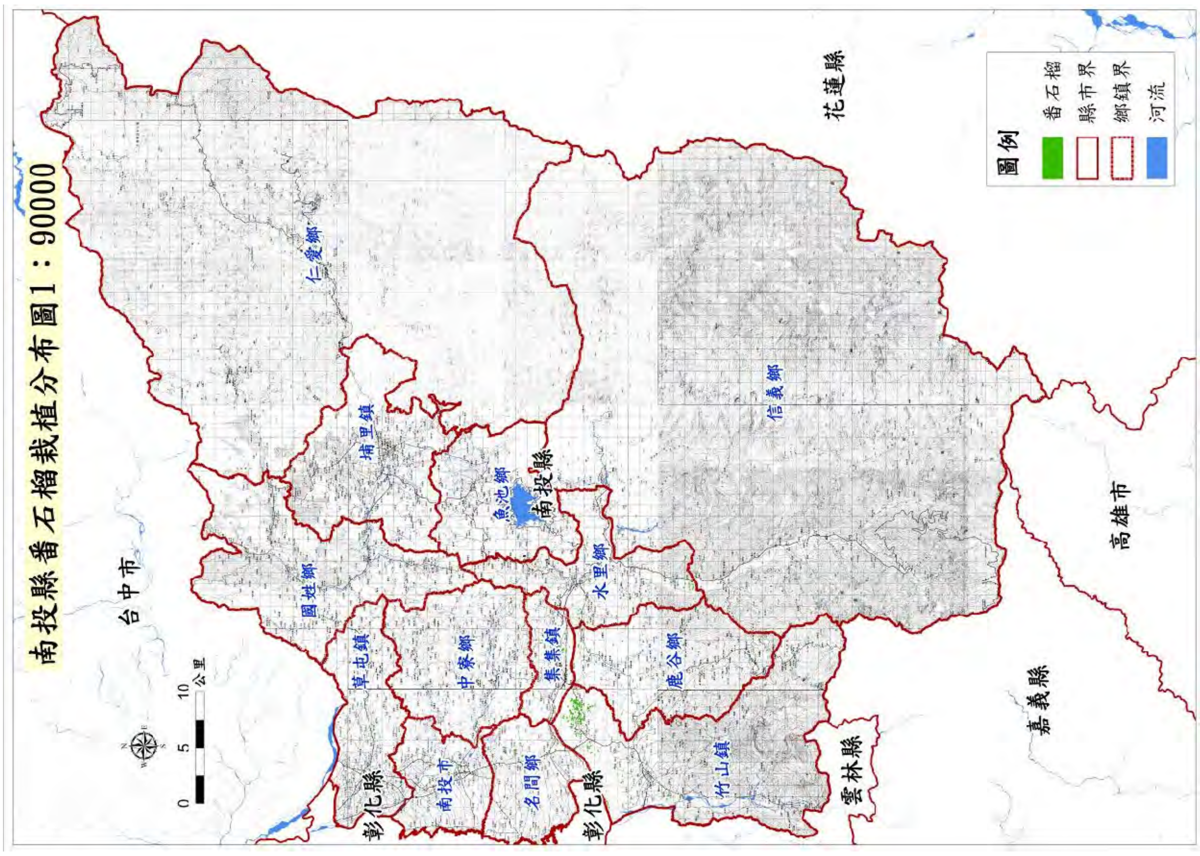


圖 2. 南投縣番石榴栽植分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

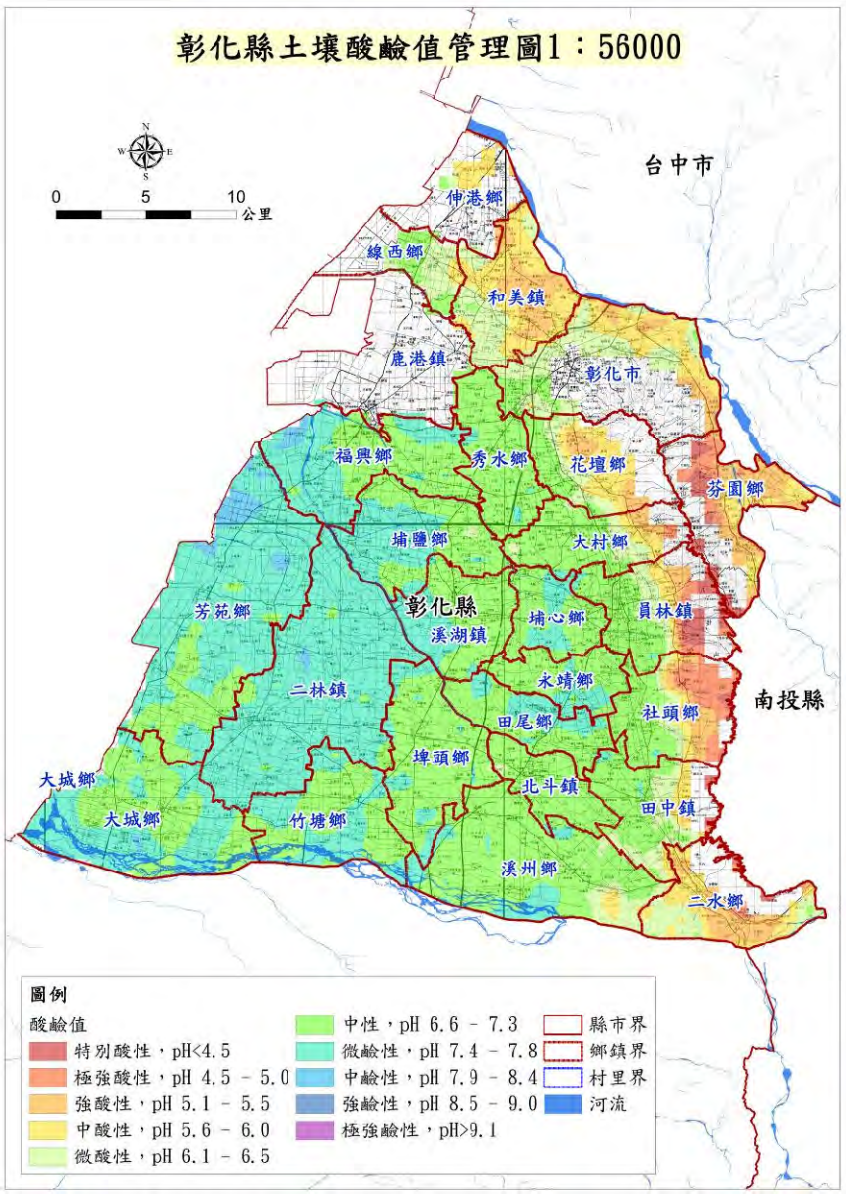


圖 3. 彰化縣土壤酸鹼值管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

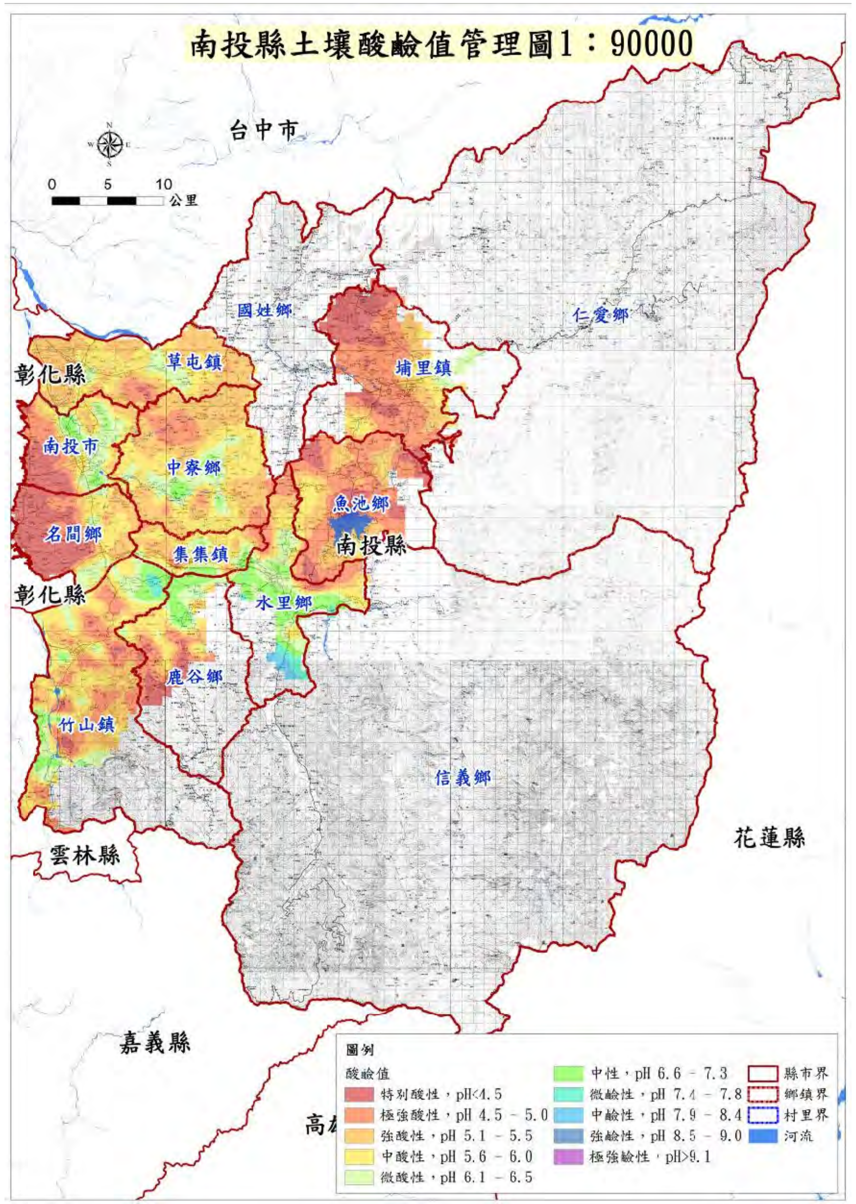


圖 4. 南投縣土壤酸鹼值管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

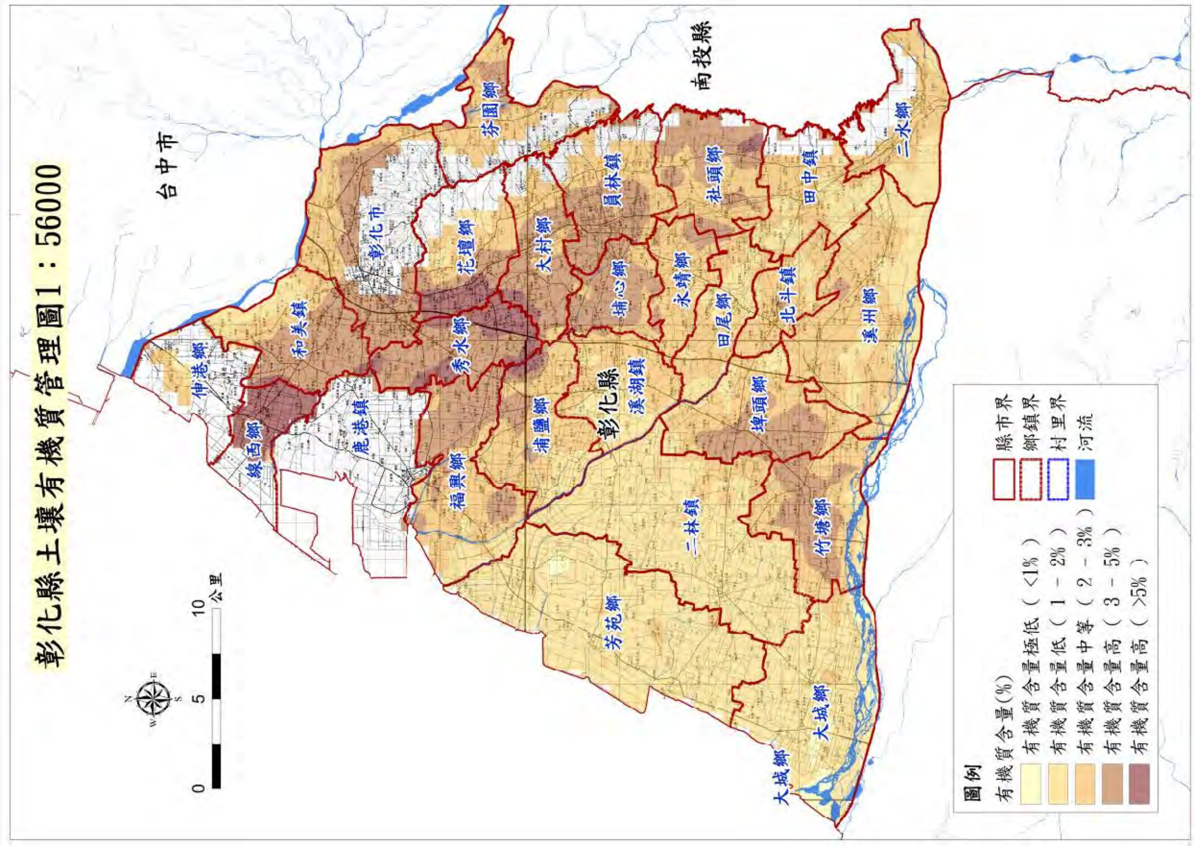


圖5. 彰化縣土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

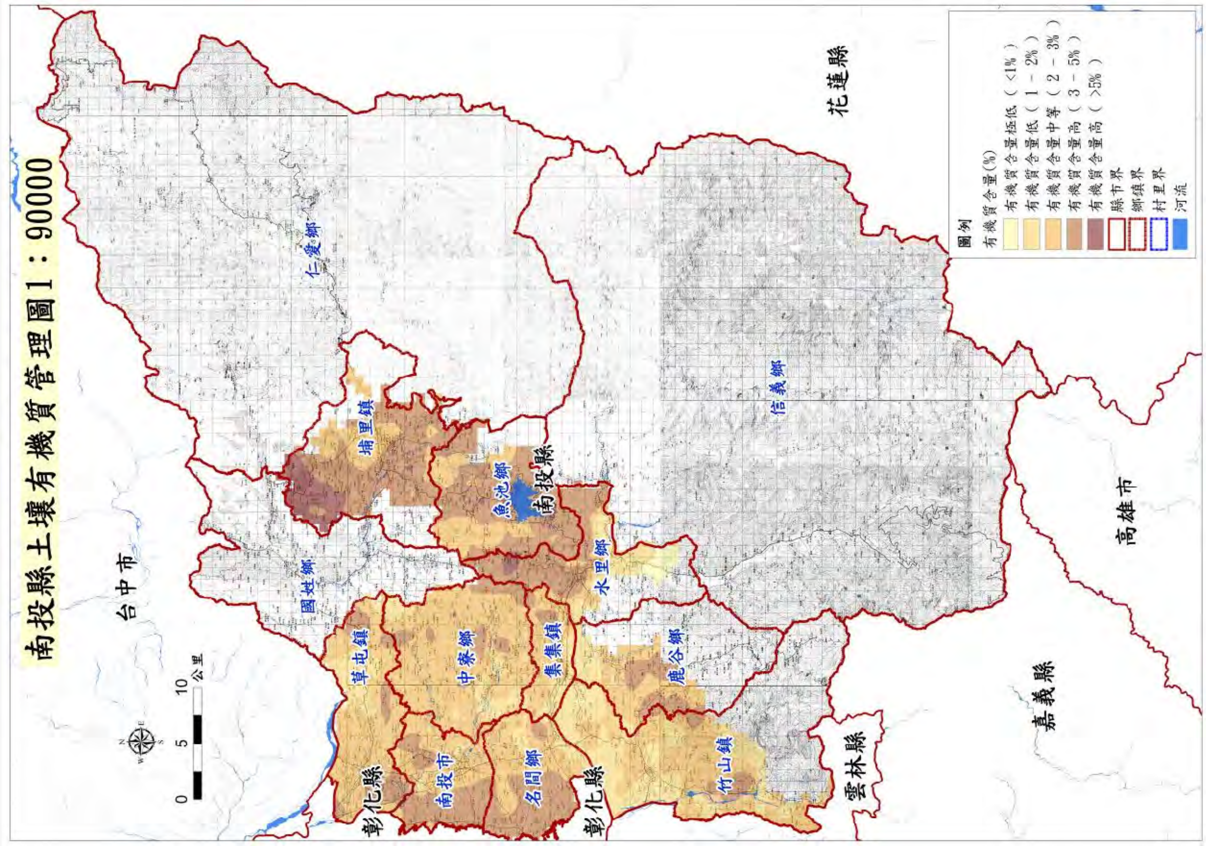


圖6. 南投縣土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

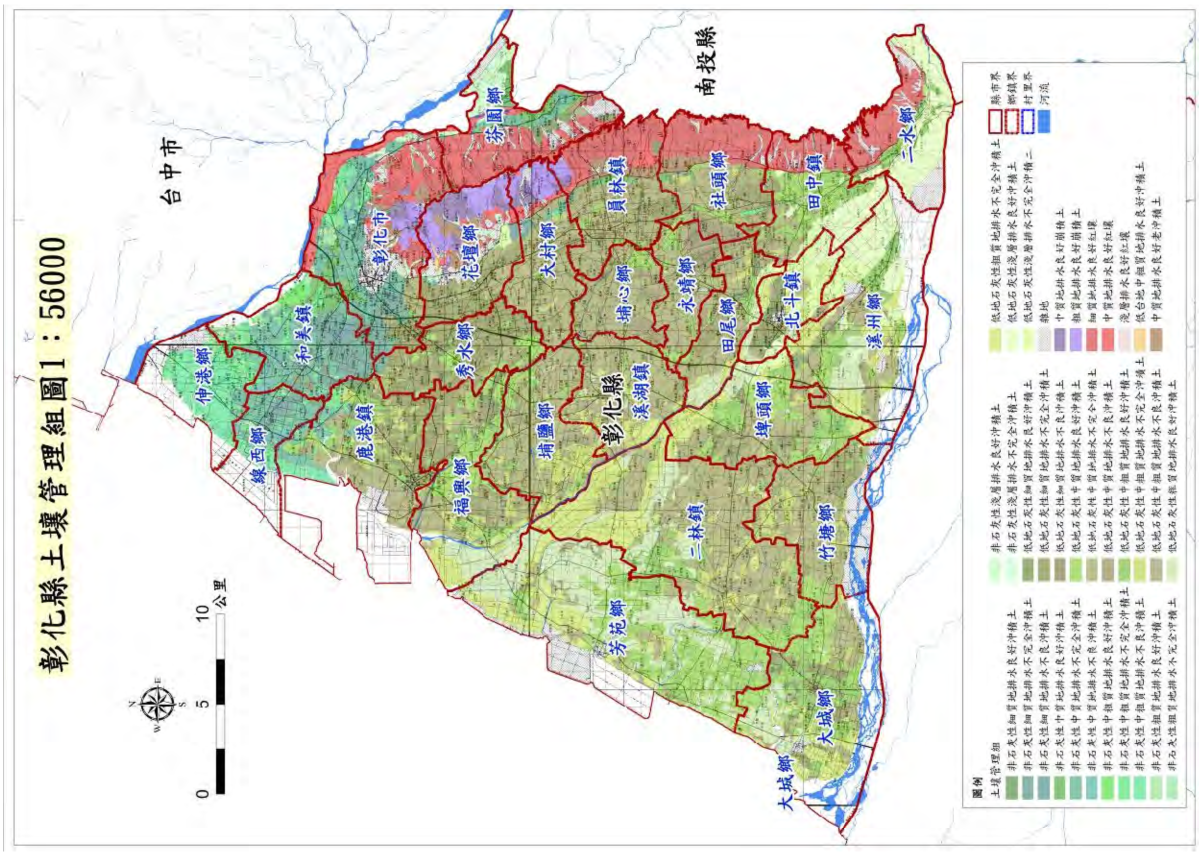


圖 7. 彰化縣土壤管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

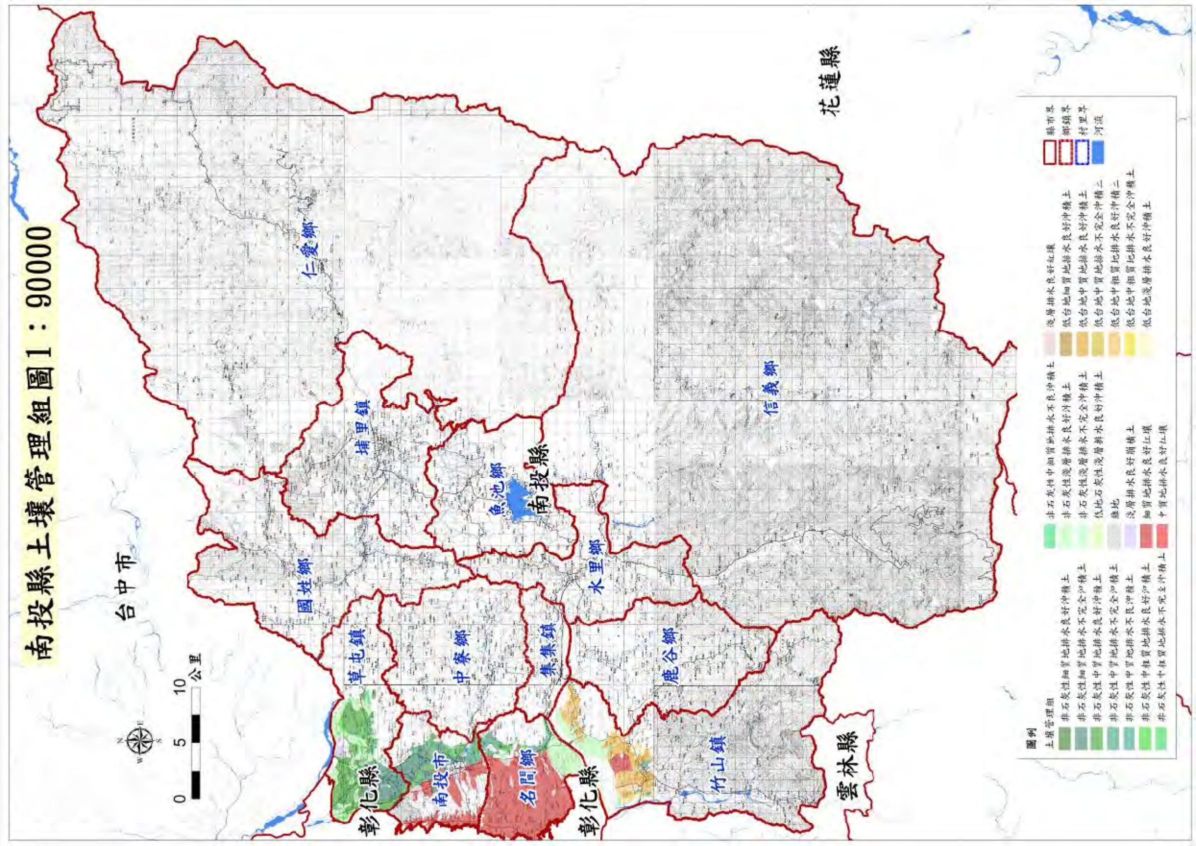


圖 8. 南投縣土壤管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

目前高屏地區番石榴主要分布於燕巢、阿蓮、大社、旗山、田寮、岡山及高樹等地區；主要栽種品種包括珍珠拔、帝王拔、彩虹拔、水晶拔及珍翠拔等；高雄市為番石榴重要產區之一，主要以珍珠拔為主，其中燕巢區栽植面積較多，達 1,280 公頃，如下圖所示，燕巢區擁有特殊的泥火山青灰岩土質，所生產的芭樂香脆多肉且甜度較高，在拍賣市場上擁有"燕之巢"之響亮品牌。

依據土壤管理組圖得知，高雄市燕巢地區主要為排水良好之泥火山青灰岩土質，其排水良好，肥料易因沖刷而流失，所以施肥時應少量多次。

(五) 水分灌溉管理

肥料需在水分充足的情況下方能發揮最大之功效，水分太多則易造成根對養分的吸收受阻，並使肥料被沖刷或淋失，土壤水分管理則影響肥料溶解率與利用效率，可決定肥料用量與施肥頻率。一般而言，土壤根圈溶氧量充足，水分愈多，番石榴生育愈旺盛（水分佔植體組成 80 %以上）。水分是肥料溶解及運移的必要溶劑，只有溶於水的肥料才能被吸收利用。

番石榴田區水分管理大致可分乾式及半乾溼式兩種，乾式管理為看天下雨給水，生育時期 5 公分土層水分經常僅約大雨後飽和含水量之 30- 50%。將大雨後土壤水分程度當做 10 分濕，日晒與吸排水土乾至剩 4-5 分濕程度以下；因土壤長期相當乾，為確保收量，肥料用量甚高，需掘穴溝覆土，且施肥頻率少，追肥常利用雨後實施。半乾溼式則於旱季、施肥前後與重要生育時期有相當程度之淹灌噴灌補充水分，生育時期 5 公分土層土壤水分經常約大雨後飽和濕度之 50- 60%。將大雨後土壤水分程度當做 10 分溼，日晒與吸排水土壤約 5-7 分濕程度，因肥效已較乾式提高，肥料用量可酌減及省工撒施實施追肥，於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足作物生育需求，可藉操作供給水量與頻率，調節控制肥料與水分於有效營養根域土層 30 公分內即完成吸收利用，做到節制至無多餘肥與水浪費，與無機會下滲污染地下水之精緻程度。

番石榴喜排水良好之砂質壤土，因此，番石榴園除了需維持適當水分外，若有積水情形則需排除；水分管理對番石榴肥培管理扮演重要之角色，番石榴生產過程中有兩個時期需要較高之水分，包括樹梢培養中後期及細胞肥大期（套袋後 2~3 週），樹梢培養中後期之肥料及水分供應影響葉片大小、顏色、厚度及花芽分化，細胞分裂期之肥料及水分供應則影響果實大小及果肉厚度，而細胞肥大期之肥料及水分供應則影響果實大小及品質。

利用水分張力計進行測試，此三個時段表面 20 公分水分應維持 5 - 10 kPa，換言之，夏季平約二至四天即需灌溉一次，而冬季則約五至七天灌溉一次，而其他時期則應維持 10 - 20 kPa，夏季平均灌水頻率為二至四天，冬季則約五至七天灌溉一次，但仍需視天候而調整。另外，在基肥開溝施肥後七至十天及果實採收前七至十五天則減少灌水。番石榴生產過程中勿使土壤水分變化太大而影響果實品質，如能使田區土壤有機質足夠且實行草生栽培，為較穩定之生產模式。

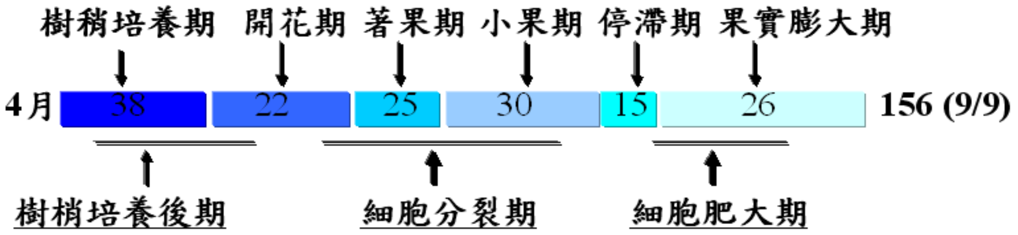


圖 9. 番石榴所需水分之兩個重要時期

圖 10. 果園實施草生栽培有助於穩定土壤水分含量

(六) 栽植密度及修剪時期

應寬行密植，行距約3.5- 4公尺，株距約2.7- 3.6公尺，0.1公頃栽植70- 80株為佳。行株距需根據耕作面積、勞力規劃、耕地面積大小而調整，可預留機械作業道，增加噴藥、施肥及機械操作的便利性與植株通風性。番石榴植株之枝條修剪至果實採收可視為一個生育週期，當修剪月份不同時，所需的生育日數也有所不同，一般約需6-7個月，如圖11所示。然而，生育日數亦會受樹勢、肥培管理及天候因素等條件影響。若要生產秋冬果，可於四至五月份開始陸續修剪，如要生產春夏果，則於九至十月陸續修剪；如要避免生產夏果，應避免於十二至三月期間進行修剪之作業。

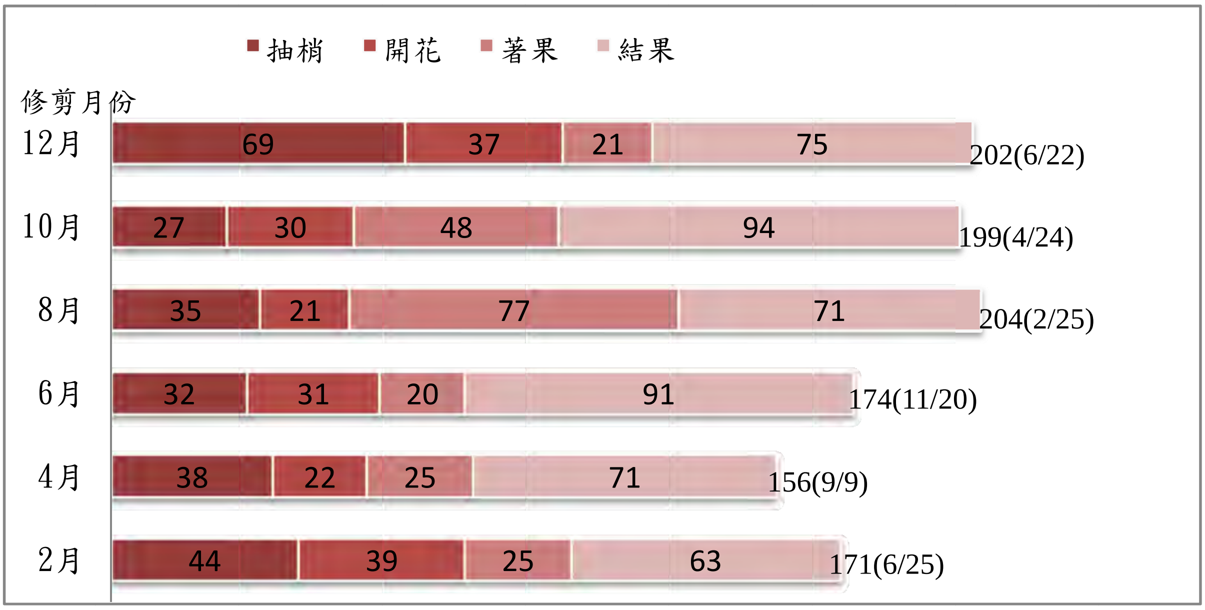


圖11. 番石榴修剪時期對生育日數之影響（黃明雅製）

二、土壤與葉片營養診斷

(一) 土壤養分需求與各種養分之功能

大量要素氮-磷-鉀之養分管理：番石榴田區土壤分析結果經常顯示土壤磷含量過高，表示番石榴田區磷肥已充足。番石榴之生育表現包括葉片厚薄，葉面積大小，葉色深淺與節間長度，主要受氮與鉀吸收比率之影響與調節，所以生育時期施肥宜適度調節氮與鉀肥比率，而磷肥只要適量即可。另外，需配合生育時期與氣候調整之肥培，如 1. 肥料施用量需依據氣候、作物各生育期、生育特性、肥力監控而給予不同比率氮鉀肥；2. 使用之肥料種類與搭配均單純與容易 (4 號複肥或 43 號複肥，氯化鉀，過磷酸鈣)及 3. 搭配水分管理後撒施方法，可施工操作容易與省工。

每一生長階段，甚至需考慮不同的日照、雨水、溫度等天氣條件，需要調整氮和鉀的比例。例如：小果期需要很高的氮鉀比以促進粒頭膨大，中果期後至轉色採收漸漸要提高鉀肥，以低氮高鉀肥之比例提升果實品質及風味，如天氣炎熱，土壤仍有殘存氮（例如有機質肥料中的氮還未分解釋放），中果期後將遇雨水恐促進大量吸收，致使徒長梢旺盛，番石榴果實發育成長快速，導致果肉易軟化，果實糖度低之現象。天氣炎熱時，鉀肥需增多以平衡氮的吸收效率。冬末初春枝葉生長期遇涼冷天氣，則需增加氮與磷肥，彌補氣溫低較差的吸收效率。春夏遇大雨，隨時補充因大雨而流失之肥分。

次量與微量要素，僅需針對特殊土壤母質與特定作物需求，另外供給與部分補充，如番石榴對鈣及硼之需求量較高。

(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙

肉眼診斷為檢視番石榴植株是否發生營養缺乏最直接之方法，以下為常見於田區番石榴植株營養元素缺乏判別及改善方法。

1. 缺氮易使生長受到抑制，嚴重時老葉枯乾掉落，植株之葉面積減少且葉片均勻黃化（圖 12、13）。應施用腐熟之堆肥或增施適當之氮肥，若根部因外在因素造成氮肥吸收受阻，可採葉面施用 300 - 500 倍二至三次加以補充。

2. 缺磷易出現於成熟葉，其葉緣出現紫紅色色素並向葉脈間擴展，後期則整個葉片呈紫紅色，缺磷之現象常出現在根系不健康之植株或低溫寒流後（圖 14、15、16）。應調整土壤酸鹼度至微酸性或中性（pH = 6.0- 7.5）並培養健壯樹勢，土壤灑施補充過磷酸鈣，並由葉面噴施高磷鉀 500- 800 倍四至七次，將逐次改善。

圖 12. 番石榴植株缺氮，生長受到抑制，葉面積減少，植株葉片均勻黃化 （林慧玲）

圖 13. 番石榴葉片缺氮之症狀（蘇博信）

圖 14. 番石榴植株缺磷，成熟葉片由葉緣開始出現紫紅色素（林慧玲）

圖 15. 番石榴葉片缺磷之症狀（蘇博信）

圖 16. 番石榴植株缺磷葉片近照（林慧玲）

3. 缺鉀則易出現於老葉，其葉緣及葉尖壞疽並漸向葉脈間蔓延，最後葉脈間將出現棕褐壞疽，此現象較易出現於淋洗嚴重之田區或根系不健康之植株（圖 17、18），應施用速效性鉀肥如氯化鉀，同時採用 200 - 500 倍硫酸鉀或 200 - 500 倍磷酸一鉀溶液葉面施肥每週一次，約二至三次將逐漸改善。
4. 缺鈣則易使頂芽生長受抑制，新葉扭曲變形，並出現暗褐色壞疽（圖 19、20、21、22）。應可於基肥或開花時期在植株間施用苦土石灰或鎂鈣肥 50 - 80 公斤/0.1 公頃或施用硫酸鈣 40-60 公斤/ 0.1 公頃，並由葉面施肥補充 200-300 倍鉗合鈣 500-1,000 倍或氯化鈣 300-500 倍噴施全株四至五次，逐次改善。

圖 17. 番石榴植株葉片缺鉀，由葉緣壞疽漸向脈間蔓延，最後葉脈間出現棕褐色壞疽 （林慧玲）

圖 18. 番石榴葉片缺鉀之症（蘇博信）

圖 19. 番石榴植株缺鈣，頂芽生長停頓，葉片扭曲變形，並出現暗褐色壞疽（林慧玲）

圖 20. 番石榴葉片缺鈣之症狀（蘇博信）

圖 21. 番石榴植株缺鈣葉片近照（林慧玲）

圖 22. 番石榴植株缺鈣，後期病徵頂梢有落葉現象（林慧玲）

5. 缺鎂則在中段葉片葉緣開始黃化，再延至葉脈間，但葉脈仍為綠色（圖 23、24、25）。通常酸性土壤較易發生缺鎂之現象，並同時伴隨缺鈣之現象發生。酸性土壤應可加施苦土石灰或鎂鈣肥 80 - 120 公斤 / 0.1 公頃，或施用硫酸鎂 40- 60 公斤 / 0.1 公頃，避免施過量的鉀肥及鈣肥，採葉面施肥則用 100 - 300 倍硫酸鎂每隔五至七天噴施葉片一次，連續五至六次。

圖 23. 番石榴植株缺鎂，病徵出現於中段葉片 （林慧玲）

圖 24. 番石榴葉片缺鎂之症狀（蘇博信）

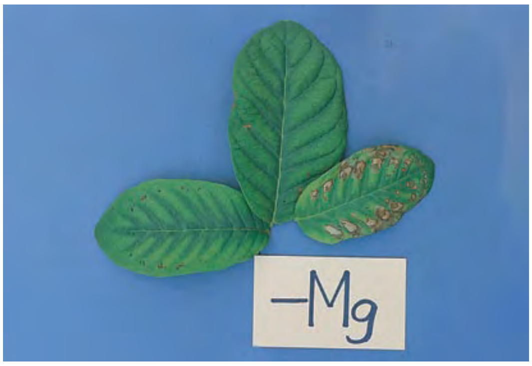


圖 25. 番石榴植株缺鎂，葉脈壞死（林慧玲）

6. 缺鐵常出現於新葉，葉脈間成淺綠至黃白化，嚴重時則整個葉片黃白化且頂芽壞疽（圖 26、27）。通常發生於鹼性土壤，應可施用硫磺粉 20-30 公斤/ 0.1 公頃加以改良土壤酸鹼度至 pH = 5.5-7.5。另外可擇用硫酸亞鐵 5- 6 公斤與多量堆肥混合並全面灑施，並採用葉面施肥用硫酸亞鐵 500-1,000 倍噴施二至三次，逐次改善，噴施時則以黃昏前為佳。

圖 26. 番石榴植株缺鐵，新葉均勻黃化，下位葉仍為綠色（林慧玲）

圖 27. 番石榴葉片缺鐵之症狀（蘇博信）

7. 缺硼則造成頂梢之生長點及新葉生長受阻，白化或褐化而壞死（圖 28-圖 45）。並抑制花粉及花粉管發育造成落花落果之現象。鹼性土壤之硼的有效性低，故缺硼通常易發生於鹼性土壤（pH > 8）。應可施用硼砂 10- 15 公斤/公頃，並可用產酸肥料如硫酸銨或硫磺等以降低根圈 pH，提高硼之有效性。開花前至果實發育初期發生缺硼之現象則可以 400- 600 倍之硼酸或水硼葉面噴施二至三次，逐次改善。

圖 28. 番石榴植株缺硼，頂芽壞死（林慧玲）

圖 29. 番石榴葉片缺硼之症狀（蘇博信）

圖 30. 番石榴植株缺硼，新梢變黑枯萎（林正忠）

圖 31. 番石榴植株缺硼，葉片呈嵌紋狀 （林正忠）

圖 32. 番石榴缺硼，新葉嵌紋及壞疽斑出現 （林正忠）

圖 33. 番石榴缺硼，新芽出現壞疽斑，新葉嵌紋 （林正忠）

圖 34. 番石榴缺硼，沿葉脈木栓壞死 （林正忠）

圖 35. 番石榴缺硼，沿葉脈出現壞疽斑 （林正忠）

圖 36. 番石榴缺硼，枝條表層凹陷 （林正忠）

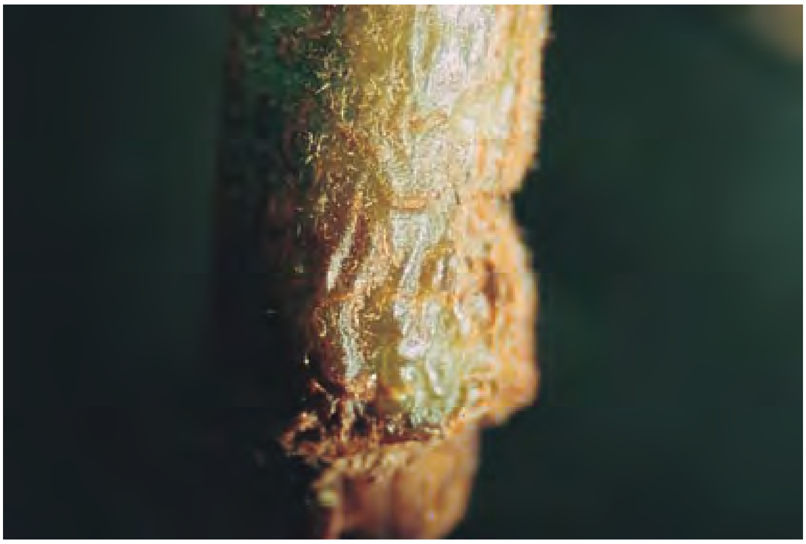


圖 37. 番石榴缺硼，果柄表層凹陷。（林正忠）

圖 38. 番石榴缺硼，果實病徵表現在果實內部無籽（林正忠）

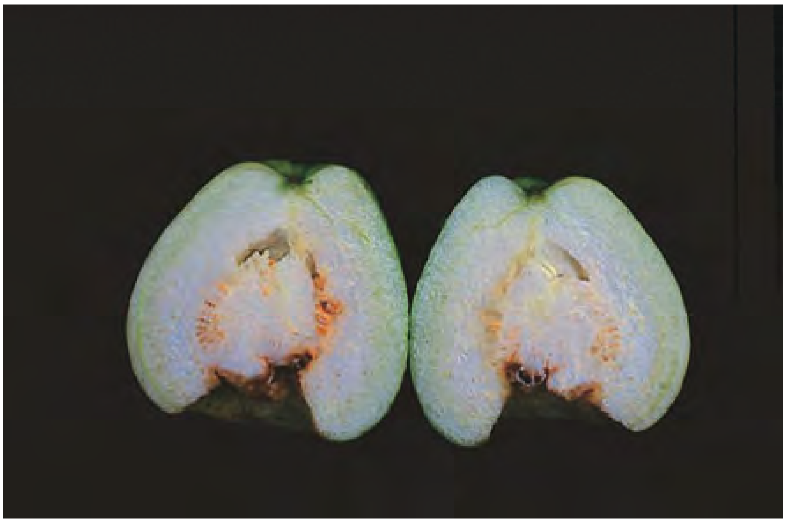


圖 39. 番石榴缺硼，果實底部出現缺鈣症，果實上部空心，種子變褐色 （林正忠）

圖 40. 番石榴缺硼，果實頂部維管組織變褐色（林正忠）

圖 41. 番石榴缺硼，果實外表皮連續橫裂木栓紋（林正忠）

圖 42. 番石榴缺硼，果實外表皮連續橫裂木栓紋（林正忠）

圖 43. 番石榴缺硼，果實橫裂木栓及綠色泡狀表皮（林正忠）

圖 44. 番石榴缺硼，果實表皮綠色泡狀俗稱蟾蜍皮（林正忠）

圖 45. 番石榴（水晶）田間低溫引起寒害（林慧玲）

(三) 土壤採樣方法

番石榴為多年生果樹，根系依土壤情況不同，一般可深入土中50公分以上。因此，土壤樣品採樣需分為表土及底土二類，簡單區分，0-20公分深之間土壤為表土，20-40公分深之土壤為底土（圖47）。

採樣時機分為整地與追肥前及雨季過後進行，應於整地與施肥前二至三週，先行將土壤採樣，寄或送至改良場進行土壤肥力檢測，再藉由改良場專業人員，依據土壤肥力報告進行施肥推薦。

採土時若土壤表層有雜草或有機質需先行刮除，再行採樣，而採樣位置於樹冠邊緣採土。一般而言，**樣本依農田面積大小，採取小樣本的個數**（表1），每塊田面積以0.1公頃時可採取表土五點，並將此五點土壤小樣品共置同一容器內，混合均勻，再從容器內取約0.5-1公斤土壤為代表樣品，置於乾淨之採樣袋或塑膠袋內，於袋外註明姓名、地址、地段地號等地籍資料、電話、作物別、採樣日期及表、底土等資料送件即可。

分析報告及推薦施肥方式，將於二至四週內完成，並以寄件、傳真等方式告知送驗者。此外，高雄區農業改良場為便民服務，在轄區內農會之推廣股，均寄放採樣袋，因此，如有需求，均可向當地農會索取採樣袋。

圖46. 番石榴果園土壤採樣位置為樹冠下，應避免直接採到所施之肥料（條施或穴施肥處旁5 - 10公分）為佳

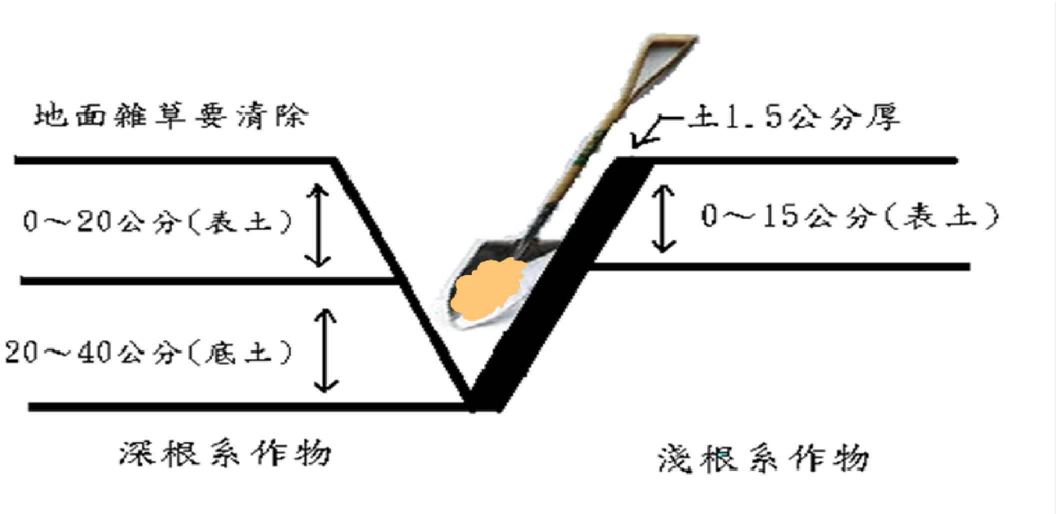


圖 47. 深根性作物（如果樹等）土壤採樣深度，以 0~20 公分為表土，20~40 公分為底土

表 1. 樣本依農田面積大小，採取小樣本的個數

農田面積（0.1 公頃）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
小樣本個數	5	8	11	13	15	16	17	18	19	20

(四) 土壤肥力診斷

依據臺中區農業改良場進行多年之番石榴肥培管理研究資料顯示，暫定番石榴土壤肥力檢測結果診斷，適宜番石榴生長之土壤條件如下：

1. 酸鹼值為 5.5 - 7.5 ；
2. 以土：水＝1：5 （重量：體積）導電度應小於 0.33 dS/ m；
3. 有機質（OM）大於 30 g/kg；
4. 土壤以白雷氏第一（Bray No.1）法抽出後檢測磷的有效濃度 30-200 mg/kg 為適宜濃度；

5. 土壤以中性醋酸銨（1 M NH_4OAc）抽出後檢測有效鉀、鈣、鎂濃度分別是 50 - 300、571 - 1,150、48 - 100 mg/kg 為適宜參考濃度；
6. 土壤以 0.1 M 鹽酸抽出後分析銅及鋅的有效濃度，分別為 1 - 20 及 1.6 - 50 mg/kg 為參考濃度（表 2）。

表 2. 番石榴之土壤肥力診斷標準參考值

編號	pH	EC dS/ m	OM g/kg	Bray 1 磷	交換性鉀	交換性鈣
				mg/kg		
土壤檢驗項目參考值	5.5-7	< 0.33	30-50	30-200	50-300	571-1150

編號	交換性鎂	交換性鈉	銅	錳	鋅	鐵
		mg/kg				
土壤檢驗項目參考值	48-100	< 100	1-20	--	1.6-50	--

土壤 pH 值為水土比 = 1:1 時之測值；電導度為水土比=5:1 時之測值；磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；鉀、鈉、鈣、鎂以 1 M 中性醋酸銨萃取；**銅、錳、鋅、鐵以 0.1 M 鹽酸萃取**。

表 3. 民國 104 年社頭鄉番石榴產銷班土壤分析

編號	pH	EC dS/ m	OM g/kg	磷	鉀	鈣	鎂	鈉	銅	錳	鋅	鐵
							mg/kg					
土壤檢驗項目參考值	5.5 - 7	小於 0.33	30 - 50	30 - 200	50 - 300	571 - 1,150	48 - 100	小於 100	1 - 20	--	1.6 - 50	--
104FS0476	5.86	0.19	31.2	72	59	1,484	192	33	11	77	16	1,580
104FS0477	5.97	0.43	16.6	263	447	1,395	187	39	12	213	26	1,425
104FS0478	4.07	1.01	17.6	638	702	911	177	43	5	29	18	1,560
104FS0479	5.15	0.69	22.6	493	777	1,266	117	22	11	162	22	1,315
104FS0480	6.80	0.94	19.2	167	204	2,732	318	120	12	273	27	710
104FS0481	6.94	0.23	21.1	129	182	2,397	183	23	21	253	23	845
104FS0482	5.02	0.21	29.1	814	467	1,077	185	18	9	100	28	1,121
104FS0483	5.01	0.09	16.0	475	224	773	123	24	9	111	23	1,190
104FS0484	5.33	0.26	20.2	230	173	894	130	24	8	236	13	556
104FS0485	7.33	0.42	21.7	96	286	1,989	273	35	17	199	19	709
104FS0500	6.40	0.38	33.5	615	749	3,479	177	21	8	181	36	268
104FS0501	4.54	1.42	50.5	1,124	1,904	1,428	206	60	12	199	85	567
104FS0502	4.38	1.05	15.6	933	1,379	904	125	31	9	87	24	899
104FS0503	6.04	0.95	10.4	419	887	1,113	206	128	10	184	36	1,702
104FS0504	6.46	0.73	8.2	383	725	1,210	176	102	8	79	23	1,156
104FS0505	3.62	1.03	38.8	611	672	959	121	42	3	23	6	795
104FS0506	3.64	0.61	10.0	151	341	445	99	27	3	29	3	847

土壤 pH 值為水土比 = 1:1 時之測值；電導度為水土比=5:1 時之測值；磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；鉀、鈉、鈣、鎂以 1 M 中性醋酸銨萃取；**銅、錳、鋅、鐵以 0.1 M 鹽酸萃取**。

以表 3 番石榴土壤肥力檢測樣品為例，果園土壤酸鹼值低於 5.5 樣品高於 52.9 %，導電度應大於 0.33 dS/ m 樣品高於 70.6%，有機質（OM）低於 30 g/kg 樣品高達 82.4 %（更有 41.2 %樣品之有機質含量低於 20 g/kg）需合理施用有機質肥料，土壤有效性磷含量大於 200 mg/kg 樣品佔 70.6 %，土壤有效性鉀含量大於 300 mg/kg 樣品佔 64.7 %，顯示果園磷與鉀肥施用已超過番石榴之需求量，應調降或改施用單質肥料，土壤有效性鈣含量大於 1,150 mg/kg 樣品佔 52.9 %，番石榴栽培於土壤有效性鈣含量低於 571 mg/kg 土壤，植株可能會產生缺鈣反應之樣品佔 5.9 %，土壤有效性鎂含量大於 100 mg/kg 樣品佔 94.1 %，土壤有效性鈉含量均小於 150 mg/kg 對土壤團粒構造之影響不大，土壤微量元素有效性銅與鋅含量均分別高於 1 與 1.6 mg/kg，在此土壤生長之番石榴應不易產生銅與鋅缺乏，但均有 5.9 %樣品之銅大於 20 mg/kg 與鋅含量高於 50mg/kg（表 3）。

由以上資料顯示若能掌握每一個果園之土壤肥力狀況，對番石榴之合理肥培管理有很大的幫助。

(五) 植體採樣方法

番石榴對無機養分反應敏感，在植株未出現營養缺乏徵狀時，就可進行葉片營養診斷。番石榴葉片採樣以生長均勻的果園為一採樣單位，依U字型採取，循著U字形行走果園時，可選定左右兩邊可代表性的果樹各一棵，在樹冠四方枝條上，逢機採取成熟葉片（圖48）。

每年九月中至九月底為高雄與屏東地區最適當採樣期，最適採樣部位則為第四及第五片葉片。

臺中、彰化與南投縣則在每年之七至八月間採取當年成熟之結果枝或未結果枝上，葉齡五至六個月葉片，每一果園約採30-50片。

務須樹冠四方的葉片有均等機會被取到，每區的採樣數目，以果園總株數的20 %為採樣株，約採取25-30片，合成一個樣本，裝入全新塑膠袋中，然後註明農戶姓名、住址、電話號碼、果樹種類、日期等，連同土壤樣本當天送往改良場分析。每一樣本所採葉片，必須樹齡相近，品種與砧木相同，所採之葉片應無機械損傷，或病蟲害侵襲者。

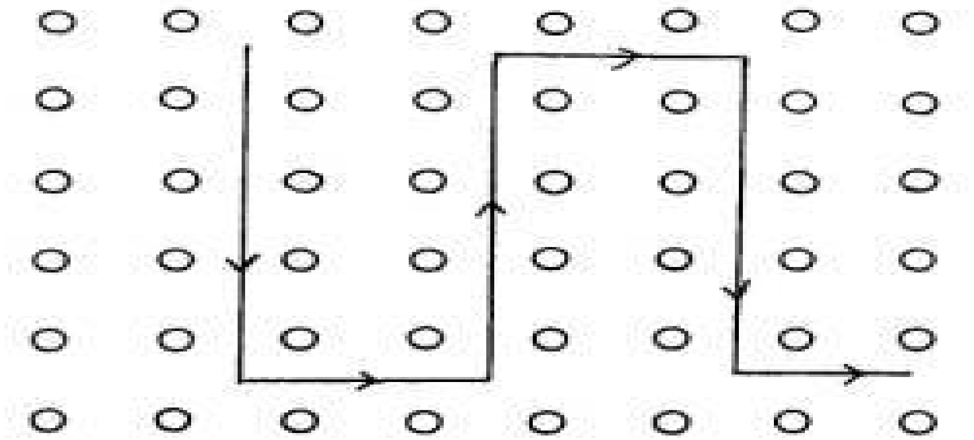


圖48. 果園區以U字型方式逢機採取葉片混合

(六) 番石榴葉片適宜之要素濃度診斷範圍

各場所訂定生產高品質番石榴葉片營養要素濃度標準

臺中區農業改良場（2016）訂定臺中市、彰化縣與南投縣生產高品質番石榴之五至六個月葉齡之葉片，營養要素適宜濃度範圍如下：

表 4. 番石榴葉片營養要素濃度範圍（2016）

氮	磷	鉀	鈣	鎂	錳	鐵	銅	鋅
g/kg					mg/kg			
14.0-16.0	1.3-2.1	8.5-9.9	13.8-22.1	2.4-4.3	69-213	53-87	8-13	15-17

高雄區農業改良場（2016）生產高品質番石榴葉片營養要素濃度標準如下：

表 5. 番石榴葉片營養要素濃度範圍（2016）

氮	磷	鉀	鈣	鎂	錳	鐵	銅	鋅	硼
g/kg					mg/kg				
28.4±5.6	2.8±0.4	20.2±4.0	14.0±3.4	3.0±0.5	73±32	239±74	22±15	129±93	38±6

（林景和，2003）

花蓮區農業改良場訂定宜蘭與花蓮縣建議在每年之 7- 8 月間採取當年生成熟枝條葉齡 5~6 個月之第二對葉，每一果園約採 40 - 60 片進行分析。訂定花蓮地區番石榴適宜之要素濃度範圍如下：

表 6. 番石榴葉片營養要素濃度範圍（2016）

氮	磷	鉀	鈣	鎂	錳	鐵	銅	鋅	硼
g/kg					mg/kg				
7.0-10.6	1.0-1.4	5.8-11.2	17.3-21.1	小於 7.4	191-309	38-208	14-90	15-67	18-66

葉片隨地點、採樣方式等因素有很大之差別，整合以上三不同地區農業改良場試驗結果，氮適宜濃度範圍7.0 - 24 g/kg，磷適宜濃度範圍為1.0 - 2.8 g/kg，鉀為6 - 20 g/kg，鈣為14 - 22 g/kg，鎂不宜小於 2.4 g/kg

三、產地不同區域之土壤管理與施肥推薦

目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一)臺中區農業改良場番石榴土壤管理與施肥推薦

臺灣種植之番石榴全年均可開花結果，因產期調節簡單，結果期甚長，果實產量高，對養分需求大。農果為維持良好之生長勢，增加番石榴產量，會隨時進行番石榴不結果枝之摘心作業，期待番石榴當年已成熟側枝上抽出的新稍能開花結果，並形成一株番石榴同時有可以採收之成熟果實、幼果、剛完成授粉之小果與正在開花（圖 49）並存。

圖 49. 番石榴可採收之果實與下期果之幼果同在植株上

研究顯示，隨著果實採收將養分移走，每生產 100 公斤番石榴鮮果所帶走的養分為：氮 1.83 公斤、磷 0.39 公斤、鉀 1.62 公斤、鈣 0.90 公斤、鎂 0.22 公斤、鈉 0.24 公斤。

2012 年調查彰化縣溪州鄉每株番石榴平均**果實每年產量在 52.3-64.0 公斤**(表 7)，相當每年每株隨著果實採收將帶走氮 0.96-1.17 公斤、磷 0.20-0.25 公斤、鉀 0.85-1.14 公斤、鈣 0.47-0.58 公斤、鎂 0.12-0.14 公斤、鈉 0.13-0.15 公斤養分，因此，施肥量應視番石榴之實際生長狀況，並考慮果實採收量等因應與調整。

表 7. 2012 年養分管理試驗番石榴果實產量（彰化縣溪州鄉）

N- P_2O_5- K_2O-MgO（g/plant/year）	果實產量（kg/plant/year）	指數（%）
302 - 279 - 500 - 0	52.3	93.4
604 - 558- 1,000 - 0	64.0	123.5
321 - 586 - 491 - 0	56.5	98.6
321- 586 - 491 - 0	53.6	93.5
321 - 586 - 491 - 160	54.2	94.6
800 -1,888 - 1,600 -0	57.3	100.0

番石榴果園之土壤管理，若能實施草生栽培方式或種植綠肥（圖 50)，則果園土壤水分穩定，較不易發生土壤過於乾燥而引起鈣、硼缺乏，此乃果園良好之土壤管理方式。若再配合於修剪前 30 天採集果園土壤樣品，送交轄區農業改良場檢測土壤肥力，依據檢測結果與建議方法進行合理施肥管理，則更能維持高產與高品質。

圖 50. 果園種植綠肥也是一種草生栽培

土壤 pH 過高易引起微量要素缺乏，反之，土壤 pH 過低土壤酸化嚴重者易引起缺鈣與鎂。若土壤 pH 低於 5.0 時，該果園應施石灰資材（表 8），如石灰石粉或苦土石灰（鎂鈣肥）。施用後須與土壤充分混合，才有改良土壤太酸之效果。並依土壤肥力診斷結果與株齡，每株施用 0.5-1.5 公斤逐年施用以降低土壤繼續酸化。石灰資材不可與銨態氮肥同時施用，以避免形成氨氣揮發，因此，果園應於施基肥前 30 天施用石灰資材。

表8、常用石灰資材之品質

資材名稱	主要化學成分	鹼　度[1]	酸性中和能力[2]
石灰石粉	$CaCO_3$	56	100
消　石　灰	$Ca(OH)_2$	76	136
生　石　灰	CaO	100	179
苦土石灰	$CaMg(CO_3)_2$	53-59	90-105
石灰爐渣	$CaSiO_3$	36-48	65-85
矽酸爐渣	$CaSiO_3$	34-45	60-80
蚵　殼　粉	$CaCO_3$	51	92
蟹　殼　粉	$CaCO_3$	21-26	38-45

1 鹼度＝ %CaO＋%MgO × 1.39

2 以石灰石粉之鹼度為100時，各種資材之鹼度相對值。

土壤有機質含量過高之土壤，鐵、錳、鋅、銅等微量要素有易被固定的風險，導致番石榴不易吸收該元素，嚴重者造成缺乏障礙。土壤有機質低於 30 g/kg 之果園，應合理的施用優質有機質肥料為基肥，兼具改善果園土壤肥力。番石榴基肥可於四至六月極強修剪後開施肥溝（圖 51）施用，每年每株施堆肥 10-25 公斤並覆土（圖 52）。

圖 51. 番石榴果園先開施肥溝以便施用基肥

圖 52. 番石榴果園施用堆肥與化學肥料當基肥後以中耕機覆土

銨態氮施用過量，易引起土壤酸化，造成缺鈣或鉀之障礙，鉀肥施用過量易引起裂果及鈣、鎂缺乏。

土壤有效磷與鉀含量高於參考值時，依據番石榴栽培模式，配合各生育階段對營養的需求施用肥料，每株每年**極強修剪後**施用堆肥或有機質肥料 10-25 公斤與 43 號複合肥料（N-P_2O_5-K_2O-MgO＝15-15-15-4） 0.5-1.5 公斤為基肥，**開花前**施 5 號複合肥料（N-P_2O_5-K_2O＝16-8-12） 0.3-1.0 公斤，**幼果期**施 4 號複合肥料（N-P_2O_5-K_2O＝11-5.5-22） 0.3-1.0 公斤，**採收後**與下一期果之幼果期則依番石榴生長狀況與留果量多少，選擇上述適當之複合肥料 0.3-1.5 公斤（表 9）或參考選用單質肥料自行調配施用，避免長期施用氮磷鉀比例固定之複合肥料造成土壤養分不平衡與過量累積。

番石榴各時期之氮（N）:磷酐（P_2O_5）:氧化鉀（K_2O）適宜之比例，基肥為 1.0 : 1.0 : 1.0 或 1.0 : 1.5 : 1.0，追肥開花前為 1.7 : 1 : 1.3 或 1.0 : 1.5 : 2.0，追肥幼果期為 2 :1 : 4 或 1.0 : 1.2 : 2.0，選擇施用複合肥料時每株合理之施用量如表 9 所示。除考慮果樹株

齡與留果數量多寡外，依據果園土壤肥力診斷結果，果園土壤肥力大於參考值之土壤，番石榴每年極強修剪後施用優質堆肥 10-25 公斤，配合化學肥料（$N:P_2O_5:K_2O$ 比例 1:1:1） 施用 0.3 - 0.8 公斤為基肥，施肥前先以中耕機做成施肥溝（圖 51），再將堆肥與基肥之化學肥料施入後，用中耕機覆土（圖 52）。

若依據果園土壤肥力診斷結果，肥力檢測值在參考值範圍內之土壤，番石榴每年極強修剪後施用堆肥 10-25 公斤，配合化學肥料（$N:P_2O_5:K_2O$ 比例 1:1:1） 施用 0.3-1.5 公斤為基肥。番石榴於開花前化學肥料（$N:P_2O_5:K_2O$ 比例 2:1:1.5）施用為追肥。幼果期之化學肥料（$N:P_2O_5:K_2O$ 比例 2:1:4）施用為追肥。

表 9. 番石榴複合肥料種類與用量

生育階段	肥料種類	施肥方法	施用量(公斤/株)
施基肥前 30 天	石灰石粉（須依土壤肥力診斷結果施用量並於開施肥溝前施用）	撒施後耕犁	0.5-1.5
極強修剪後	堆肥或有機質肥料	溝施並覆土	10-25
	43 號複合肥料（15-15-15-4）	溝施並覆土	0.3-1.5
開花前	5 號複合肥料（16-8-12）	表面撒施	0.3-1.0
幼果期	施高鉀之 4 號複合肥料（11-5.5-22）	表面撒施	0.3-1.0
採收後與下期果之幼果期	依植株生育狀況與留果量多少選擇 5 號（16-8-12） 39 號（12-18-12） 43 號（15-15-15-4）複合肥料一種或單質肥料自行調配，依季節每 15-30 天施用	表面撒施	0.3-1.0

二、臺南區農業改良場番石榴管理作業及施肥推薦

民國 104 年臺南區農業改良場農友土壤送樣分析數據如表 10 所示。分析數據之誤差原因可能為採樣方法及轄區內番石榴農友送土壤樣品數而有差異。民國 104 年臺南區農業改良場土壤肥料分析實驗室接收轄區內農友土壤送樣之結果（表 10）顯示，因嘉義及雲林地區之樣品數較少，故僅列出臺南地區。

表 10. 民國 104 年度臺南場轄區番石榴土壤送檢分析數據結果

	EC（1:5）	pH（1:1）	有機質	有效性			
				磷	鉀	鈣	鎂
	dS/ m		g/kg	mg/kg			
臺南	0.16 ± 0.12	6.53 ± 1.2	26.9 ± 15.6	178 ± 189	157 ± 143	1,955 ± 1,130	266 ± 161

土壤磷以 Bray No.1 法抽出，鉀、鈣及鎂以 Mehlich No.1 法抽出。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

進一步分析土壤有機質、有效性磷鉀含量比例（表 11），土壤有機質未達 30 g/kg 者，約七成，未達比例偏高，應施用品質優良及高有機質之有機質肥料能提供良好根

系生長環境，故於基肥時期可以選用低養分、高有機質資材或草生栽培（如種植綠肥大豆）以增加土壤有機質（圖 50）。

土壤 Bray-1 磷高於 50 mg/kg 者，約佔六成以上；土壤交換性鉀高於 100 mg/kg 者，亦佔六成以上。施用時需考慮作物根系是否有足夠能力吸收及植株所能保存的量。而施用鉀肥時，亦應考慮田間有效鎂之含量，鎂鉀比之適當值約在二左右，過低可能易發生鎂鉀結抗作用導致缺鎂。

表 11. 民國 104 年度臺南場轄區番石榴果園土壤送檢有機質、Bray-1 磷及交換性鉀分佈

	有機質 < 30 g/kg	Bray-1 磷 > 50 mg kg^{-1}	交換性鉀 > 100 mg kg^{-1}
臺南	70（26）	65（24）	65（24）

1:數值表示為"所佔比例（分析件數）"

表 12. 番石榴三要素推薦量（克/株/年）（一年二個產季為計算基準，每公頃施用 10-20 公噸堆肥下）

要　素	1-2 年	3-4 年	5-6 年	7-8 年	9-10 年	11 年以上
氮	60	120	200	250	300	400
磷　酐	60	120	120	140	180	200
氧化鉀	60	120	200	250	300	400

表 13. 番石榴施肥時期及分配率（%）

肥料別	開花期	幼果期	採收後
氮　肥	40	20	40
磷　肥	40	40	20
鉀　肥	30	40	30

葉面肥：開花期前後可以葉面施肥鎂肥 500-600 倍及微量元素 2,000-3,000 倍，一至二次，每七天施用一次。

三、高雄區農業改良場番石榴管理作業及施肥推薦

(一) 番石榴生長週期、管理作業及主要、次量與微量元素營養管理推薦

番石榴在生育生長期大量抽梢及葉片時期所需氮肥量較高，因此，生育生長期宜補充氮較高肥料，至於開花結果期之磷、鉀則極為重要，故當番石榴進入生殖生長期應控制氮肥的施用及提高磷、鉀肥的施用量；氣候因素方面，如陽光充足時光合成量會增加，因此，需充分供給肥料才可提高產量。

根據本場多年田間調查與試驗結果，擬定在一般土壤肥力條件下之施肥推薦與方法，輔導番石榴生產進行合理化施肥，並提升產量與品質。以下將簡單介紹各時期之番石榴合理化施肥步驟；番石榴合理化施肥為基肥施用前一個月採取田間土壤進行肥

力分析，並依土壤肥力分析進行施肥推薦，如土壤有機質不足，則可施有機質肥料或有機液肥加以補充，土壤有效性氮、磷、鉀不足時，則可經過精算後進行酌量增施；如土壤有效性氮、磷、鉀過多，則可經算後酌量減施。

基肥所需氮肥量較高但不可過量，故氮：磷酐：氧化鉀三要素比應為N: P_2O_5: K_2O = 1: 1.5 : 1或1 : 2 : 1，可施用國產推薦之腐熟有機質肥料搭配三要素較平均之化學肥料如43號複肥（15-15-15-4）及酌量施用過磷酸鈣（0-18-0）進行開溝施肥。

另外，也可利用有機液肥搭配三要素較平均之即溶化學肥料（如即溶43號（15-15-15-4））進行表面澆灌。

開花時期之磷、鉀需求量較高且需控制氮肥之過量供給，故氮：磷酐：氧化鉀三要素比應調整為N: P_2O_5: K_2O = 1: 1.5 : 1或1 : 1.5 : 2。肥料供給則在開花前半個月即需施用，應施用磷酐含量較高之化學肥料如39號複肥（12-18-12）。

結果期則需注意氮肥及鉀肥之施用之比例，小果期追肥則應調整化學肥料三要素施用量N: P_2O_5: K_2O = 1 : 1 : 2（冬果）或1 : 1 : 3（夏果）。套袋後之追肥（果實膨大期）如表14所示，應調整化學肥料三要素為N: P_2O_5: K_2O = 1 : 1 : 1.2（珍珠秋冬果-乾式）、1 : 2 : 3（珍珠秋冬果-半濕式）、1 : 1 : 3（珍珠春夏果-乾式）或 1 : 1 : 3至1 : 1 : 4（珍珠春夏果-半濕式）、1 : 0.5 : 2（紅心、帝王、水晶秋冬果-乾式）、1 : 2: 4（紅心、帝王、水晶秋冬果-半濕式）及1 : 1 : 3（紅心、帝王、水晶春夏果-乾式）或1 : 1: 5至1 : 1 : 6（紅心、帝王、水晶春夏果-半濕式）。

另外，番石榴植株之鈣鎂需求量較高，可酌量地面灑施鈣鎂肥，基肥可每株施用0.5公斤，開花期及小果期施用 0.3-0.5公斤或葉面噴施硫酸鎂及氯化鈣。土壤中磷移動慢，需在花芽分化前完成磷肥之施用，施肥地區需靠近根圈，施肥時期需提早（基肥）。

表 14. 套袋後追肥（果實膨大期）建議調整化學肥料三要素

品　種	水分管理	季　節	三要素施用量（N:P_2O_5:K_2O）
珍　珠（一稍留一果）	半濕式	秋冬果	1:2:3
		春夏果	1:1:3 至 1:1:4
	乾　式（淹水隔天即乾）	秋冬果	1:1:1.2
		春夏果	1:1:2
紅　心 帝　王 水　晶	半濕式	秋冬果	1:2:4
		春夏果	1:1:5 至 1:1:6
	乾　式（淹水隔天即乾）	秋冬果	1:0.5:2
		春夏果	1:1:3

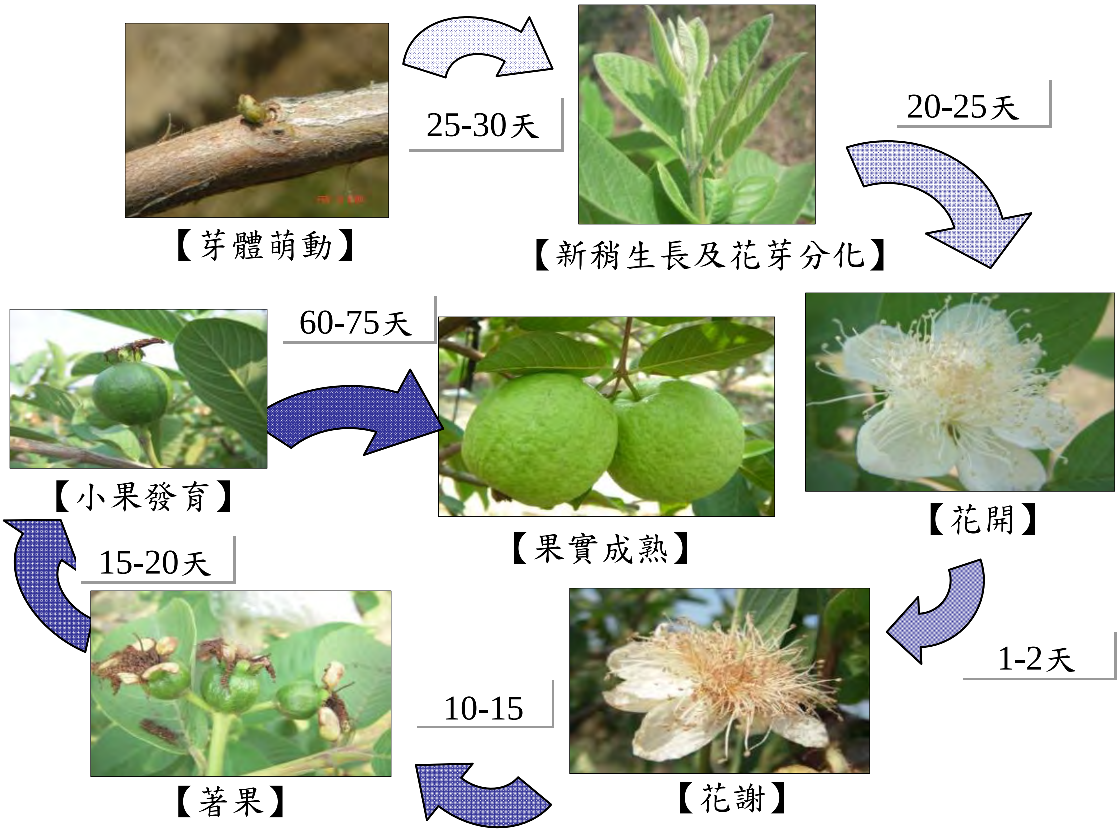


圖 53. 番石榴之生長週期

(二) 肥料三要素施肥量推薦

番石榴三要素施肥量推薦如下：以**一年兩個產季**為計算基準，番石榴每 0.1 公頃基肥施用量為堆肥或有機質肥料 1 - 2 噸、氮素 3.6-7.5 公斤、磷酐 3.6-4.2 公斤及氧化鉀 3.6-7.5 公斤；幼果期施用量為氮 2.4-5.0 公斤、磷酐 2.4- 2.8 公斤及氧化鉀 2.4- 5.0 公斤；採收期施用量為氮 6.0-12.5 公斤、磷酐 6.0- 8.4 公斤及氧化鉀 6.0-12.5 公斤。番石榴結果期長、產量高，養分消耗迅速，為維持植株正常生長，需依品種特性、樹勢強弱或留果量多寡加以增施或減施肥料，且需視時補充鈣、鎂及硼。

(三) 參考範例

番石榴合理化施肥示範實例如下：供試材料為珍珠拔，供試面積為 0.2 公頃；試驗執行期間為民國 103 年 6 月 1 日至 104 年 5 月 30 日，執行單位為行政院農委會高雄區農業改良場，試驗地點為高雄市燕巢區，試驗方法為依土壤檢測報告推薦合理施肥，試驗分為合理化施肥區（簡稱合理區）及農民慣行區（簡稱農慣區）兩組進行，合理區施以依土壤檢測報告推薦，土壤檢測資料如下表所示：

表15. 行政院農業委員會高雄區農業改良場土壤肥力檢測報告（民國103.06.30）

檢測項目	酸鹼度（1:1）	有機質（g/kg）	有效性 磷	有效性 鉀	有效性 鈣	有效性 鎂	鐵	錳	銅	鋅	鈉	電導度（1:5）
			mg/kg									dS/m
表土	4.7	13.7	142	54	524	63	595	28	1.4	3.2	23	0.12
底土	4.8	13.2	100	49	546	62	269	17	1.1	2.8	23	0.11
參考值	5.5至7.5	大於20	50至100	80至150	2,000至4,000	300至400	50至300	30至140	5至20	5至25	小於250	0.2至0.6

註：有效性磷 = Bray No. 1；有效性鉀、鈣及鎂使用雙酸法（0.1N 鹽酸 + 0.1N 硫酸抽出）；鐵、錳、銅及鋅使用 0.1N 鹽酸抽出

表16. 行政院農業委員會高雄區農業改良場土壤肥力檢測報告（民國104.01.27）

檢測項目	酸鹼度（1:1）	有機質（g/kg）	有效性 磷	有效性 鉀	有效性 鈣	有效性 鎂	鐵	錳	銅	鋅	鈉	電導度（1:5）
			mg/kg									dS/m
合理區	6.3	19.5	194	344	2,432	344	328	46	1.5	7.3	25	0.19
農慣區	4.1	14.4	206	89	273	73	309	7.9	0.84	2.0	16	0.24
參考值	5.5至7.5	大於20	50至100	80至150	2,000至4,000	300至400	50至300	30至140	5至20	5至25	小於250	0.2至0.6

註：有效性磷 = Bray No. 1；有效性鉀、鈣及鎂使用雙酸法（0.1N 鹽酸 + 0.1N 硫酸抽出）；鐵、錳、銅及鋅使用 0.1N 鹽酸抽出

番石榴合理化施肥試驗地區為排水良好之砂質土，肥料易流失，且無固定水源可供灌溉，因此，使用氮質較高之複合肥料培養植株生長勢，並於不同時期補充鈣、鎂等次要元素以改善土壤酸鹼度、鈣及鎂含量。試驗完成後，檢驗土壤養分變化，土壤酸鹼度由 4.7 提升至 6.3，有效性鉀由 54 提升至 344 mg/kg，有效性鈣由 524 提升至 2,432 mg/kg，有效性鎂則由 63 提升至 344 mg/kg，番石榴田區營養元素皆符合參考範圍，將有利生產高品質之番石榴果品。

合理化施肥試驗：

合理區之基肥（民國 103 年 7 月 14 日）為開溝施有機質肥料 450 公斤/0.1 公頃、特 1 號複肥（20-5-10）135 公斤/0.1 公頃、棕櫚灰（0.07-1.34-62.9）117 公斤及鈣鎂肥（CaO-MgO = 35-18）135 公斤/0.1 公頃。

開花期施用 39 號複肥（12-18-12）45 公斤/0.1 公頃、棕櫚灰（0.07-1.34-62.9） 27 公斤及鈣鎂肥（CaO = 35%，MgO = 18%） 45 公斤/0.1 公頃。

小果期則施用即溶 1 號（26-13-13）6 公斤/0.1 公頃、硫酸鎂（MgO:16%）1.2 公斤。

果實膨大期則施用特 4 號複肥（11-5.5-22）45 公斤/0.1 公頃、即溶 1 號（26-13-13）12 公斤/0.1 公頃、氯化鉀（0-0-60）2.4 公斤/0.1 公頃、硫酸鎂（MgO:16%）1.2 公斤。

農慣區之基肥為表面灑施特 5 號複肥（16-8-12）120 公斤/0.1 公頃。

<u>開花期</u>施用特 5 號複肥（16-8-12）40 公斤/0.1 公頃。

<u>小果期</u>則開溝施用羊糞 1000 公斤/0.1 公頃、特 5 號複肥（16-8-12）40 公斤/0.1 公頃、硫酸鎂（MgO:16%）20 公斤。

<u>果實膨大期</u>則施用特 4 號複肥（11-5.5-22)80 公斤/0.1 公頃、特 1 號複肥(20-5-10）40 公斤/0.1 公頃及硫酸鎂（MgO:16%）20 公斤。

合理化肥料施用區之肥料成本為 10,344 元/分地(有機質肥料 4,500 元；化學肥料 5,844 元)合理化施肥區收益估計為 72,900 元/分地，淨收益為 62,556 元/分地；農民慣行區施用區之肥料成本為 7,152 元/分地（有機質肥料 4,000 元；化學肥料 3,152 元)，農民慣行區收益估計為 34,560 元/分地，淨收益為 27,408 元/分地，故合理施肥區獲得較高之淨收益，農民收益增加 35,148 元/分地，調查結果合理區及農慣區施肥區之品質相似，如表 17 所示，但果型較大，交易價格較好，雖肥料成本較高，但農民總收益增加。

表 17. 合理區與農慣區番石榴果實品質比較

處理	果實品質調查（春果）				
	果重 （g）	果長 （cm）	果寬 （cm）	果肉厚 （cm）	可溶性固型物 （°Brix）
合理區	440	10.2	9.08	2.0	8.68
農慣區	342	9.10	8.49	1.8	8.65

合理區

農慣區

圖 54. 合理區肥料控制洽當，植株生長勢較佳，果實碩大且產量較農慣區高

表 18 為民國 97 至 100 年全國番石榴合理化施肥示範農場統計，顯示各地之番石榴施肥差異極大，除影響單位面積產量與品質外，各地區氣候條件、栽培技術與土壤特性等均直接影響施肥效益。

表 18. 合理化施肥示範農場輔導成果執行效益

年度	場 所	作物	農戶姓名	處理	N-P_2O_5-K_2O (公斤/公頃)	有機質肥料用量 (公斤/公頃)	化學肥料成本 (元/公頃)	病蟲害防治成本 (元/公頃)	產品單價 (元/公斤)	產量(公斤/公頃) 產值 (元)
97	臺中場	番石榴	陳振雄	農民慣用量	342 (114-158-70)					8,500
				合理施肥量	260 (100-60-100)					7,600
97	高雄場	番石榴	藍永霖	農民慣用量	1,731 (873-321-537)					64,000
				合理施肥量	608 (198-203-207)					64,000
98	農試所	番石榴	張炳鑫	農民慣用量	1,270 (620-200-450)	0	29,500	47,000	29.0	36,000 1,044,000
				合理施肥量	520 (200-20-300)	5,000	11,500 (+18,000)	47,000 (0)	29.0	42,000 1,218,000 (+174,000)
98	農試所	番石榴	許 永	農民慣用量	1,070 (580-200-450)	0	28,500	49,000	29.0	36,000 1,044,000
				合理施肥量	0	8,000	0 (+28,500)	49,000 (0)	29.0	36,000 1,044,000 (0)
98	臺中場	番石榴	陳振雄	農民慣用量	1,312 (482-384-446)	7,500	30,570	0	25.0	35,000 875,000
				合理施肥量	1,183 (434-349-400)	8,000	27,575 (+2,995)	0	25.0	35,000 875,000 (0)
98	臺中場	番石榴	鄭富雄	農民慣用量	1,682 (603-518-561)	7,500	39,245	0	25.0	35,000 875,000
				合理施肥量	1,346 (455-414-477)	8,000	31,265 (+7,980)	0	25.0	35,000 875,000 (0)
98	高雄場	番石榴	何文盛	農民慣用量	561 (157-132-272)	4,000	12,665	49,000	32.0	25,800 825,600
				合理施肥量	369 (123-123-123)	4,000	8,610 (+4,055)	49,000 (0)	32.0	27,300 873,600 (+48,000)
100	臺中場	番石榴	許智明	農民慣用量	1,312 (482-384-446)	7,500	37,228	0	28.0	28,000 784,000
				合理施肥量	1183 (434-349-400)	8,000	33,575 (+3,653)	0	28.0	28,000 784,000 (0)
100	臺中場	番石榴	謝淦龍	農民慣用量	2,999 (949-767-1283)	15,000	83,737	0	25.0	32,850 821,250
				合理施肥量	2,834 (894-712-1228)	20,000	79,062 (+4,675)	0	25.0	32,850 821,250 (0)
100	高雄場	番石榴	黃一夫	農民慣用量	1,552 (416-254-882)	9,200	42,312	48,000	28.0	20,000 560,000
				合理施肥量	625 (122-155-348)	12,000	16,977 (+25,335)	48,000 (0)	28.0	18,000 504,000 (-56,000)
100	高雄場	番石榴	黃良興	農民慣用量	945 (155-136-654)	4,500	25,099	42,000	30.0	20,000 600,000
				合理施肥量	391 (80-83-228)	9,000	10,587 (+14,512)	42,000 (0)	30.0	20,000 600,000 (0)
100	高雄場	番石榴	黃耿嘉	農民慣用量	1,394 (252-182-960)	4,800	37,090	40,000	70.0	23,000 1,610,000
				合理施肥量	702 (137-175-390)	6,000	19,072 (+18018)	40,000 (0)	70.0	23,000 1,610,000 (0)
100	花蓮場	番石榴	林天南	農民慣用量	384 (150-84-150)	3,000	10,836	20,500	40.0	10,000 400,000
				合理施肥量	281 (108-65-108)	3,000	7,933 (+2,903)	20,500 (0)	40.0	10,000 400,000 (0)

四、結語

番石榴土壤之良好施肥管理，應採行草生栽培或栽培綠肥，並於每年施用基肥前採樣進行土壤肥力檢測與診斷，適時矯正土壤酸鹼值，直接提高土壤養分有效性。依據土壤磷與鉀含量選擇適當之肥料種類與施用量當基肥，再考慮番石榴樹齡、生長勢與果實留果數量多寡，調整幼果期與採收後與下期果之幼果期選擇適當之肥料種類與施用量，避免施肥不當引起土壤酸化，造成營養缺乏之障礙，或過量施用影響果實品質。

第十二章　葡 萄

葡萄果園土壤與施肥管理技術

賴文龍[1]　曾宥綋[1]　吳添益[2]　蔡正賢[2]
[1]臺中區農業改良場　[2]苗栗區農業改良場

一、適宜栽植風土條件

(一) 葡萄產業介紹栽植縣市分佈與介紹

葡萄為多年生溫帶果樹，是臺灣地區重要經濟果樹之一，種植面積約 2,921 餘公頃 (2013 年農業統計年報)，98.8 %產區集中於中部地區之苗栗、臺中、彰化及南投等縣市，計 2,886 公頃，每公頃**兩作**平均產量約 33,394 公斤 (民國 102 年農業統計年報)。產地分布圖顯示主要產區以卓蘭、東勢、新社、石岡、豐原、后里、外埔、大村、埔心、溪湖、二林、信義、竹山、草屯、集集及水里等地，然而，溪湖、埔心、大村、信義、水里、草屯、新社、東勢及卓蘭等地具有較大面積之生產，至於豐原、后里、外埔、石岡、竹山、集集、埔鹽、埤頭、永靖、員林及秀水等地區則相對較小規模之生產。

多數果農心中普遍存有增施肥料即可提高單位面積產量之觀念，然過度施施肥反造成土壤劣化致肥效不彰。復因過度施肥，促使枝梢徒長，過度繁茂亦導致病菌危害。葡萄生產管理乃廣泛整合各項農業技術，遵循自然生態法則及對環境友善耕作，緣此，於葡萄園田間衛生、強化植株樹勢、適度修剪與誘引枝條、合理施肥管理、病蟲害綜合管理策略及生產成本管控等管理，期能生產優質安全且風味佳之葡萄，以提供安全無虞的葡萄給消費者。

中部地區四縣市共同面對之生產問題為夏果葡萄開花期遇寒流低溫及下雨，造成流花著果率低，影響葡萄產量及品質。冬果葡萄則萌芽開花、幼果期間易遭颱風危害，雨水過多浸水，影響根系伸展，缺氧窒息狀態，使根系浸水腐爛而影響葡萄植株養分吸收與生長。

(二) 主要產地之栽培環境

1. 苗栗地區

地理環境及位置：苗栗縣地形，沿海大部分為丘陵及少許小台地所佔據，自北向南有北界之大埔至崎頂及其東南之坪頂及上埔里等小台地，四湖鄉西之南勢山台地，苗栗市西北之西山小台地，苗栗市南至南勢之不整齊台地，大安溪北岸南片山及枕頭山小台地及卓蘭鎮北之西坪等之小台地。沖積平地僅有中港溪下游之頭份、竹南小平原，後龍溪下游之公舘，苗栗及後龍較寬谷地，後龍鎮大山腳沿海之沙地，苑裡至大安溪北岸沿海小平原等地面積較大。通霄溪谷沖積地及卓蘭之大安溪北岸沖積地面積較小。苗栗區地質，高山區為黏板岩，為大安溪之一部分母質來源。苗栗縣平均氣溫 18.9~20.3℃。以雙季水稻為主之農業經營方式，但因土壤性質，交通難易，市場遠近等之不同，冬季裡作則頗有差異。

水文：後龍溪源自盡尾山 (1,849 公尺) 西側，北行，接納東面北坑山 (2,162 公尺) 西側支流，經大湖、公舘、苗栗至後龍西出海。大安溪源自中央山脈大霸尖山 (3,318 公尺) 及雪山 (3,884 公尺) 之間，經卓蘭、火炎山南麓，西向入海，源長而洪流大，黏板岩含量較高，一部分土壤與黏板岩沖積土近似，土壤仍例為砂頁岩黏板岩沖積土。集水區雖廣，因流速太大，絕大部份為極淺層土壤，且為河床形地形。烏眉溪源自三義，經銅鑼、五湖、四湖至灣瓦出海，沿途有谷地沖積土。通霄溪有二支流，北支出自銅鑼西北台地經烏梅坑至通霄會合自南和東北來之支流，於通霄入海，沿途有谷地沖積土。大埔溪及房裡溪為苑裡以南之二小川，匯集小部分東側丘陵及平地內之逕流，分別入海。

土壤生成：紅壤之形成與變化 苗栗縣紅土台地自北至南，有大埔及其東南台地，大埔西南崎頂台地，頭份東有少許土壤不均一之紅土台地，散佈於頭份至三灣之中港溪岸，後龍溪及南勢坑間西山台地，苗栗南勢至銅鑼地內小川沖蝕，僅殘存零星紅壤，尚有面積雖小但地形比較整齊者為四湖鄉南之崎頂台地、白沙屯較低台地、苑裡東北大坪台地及卓蘭鎮大安溪北岸西坪台地等處。

黃壤：黃壤為近代氣候環境下之產物，土壤由岩石風化，由坡地崩積或由河流沖積，時間頗久而地位較高或成台地，且排水良者，皆成黃壤，黃壤凡由紅土台地邊緣崩塌及就近沖蝕崩積而形成緩坡者。

沖積土：沖積土面積頗大，為地形所限，苗栗縣中港溪沿岸至海，及後龍溪自公舘鄉至後龍以西出海，均成谷形沖積地；大安溪自岸北至苑裡以北一帶，形成沿海小平原，又於卓蘭造成沖積地，後龍鎮大山形成沿海沙質沖積地 (或風沙)。大安溪源自黏板岩質中央山脈，中經砂頁岩山區，其下游分支，曾掃過苑裡平原，使該區自大安溪北岸達苑裡東南小山南側依流向至苑裡西海邊，為河床式淺層黏板岩砂頁岩 (黏板岩物質較多) 混合沖積土。大安溪中下游北岸卓蘭沖積地，除卓蘭街以南因受街東山嶺所護存有深層中至細質地老沖積土外，皆為極淺層新沖積土，此區土壤含黏板岩物質多於砂頁岩者。

土壤性質：砂頁岩黏板岩混合沖積土分佈於新竹頭前溪及苗栗大安溪二流域，大安溪流域以後黏板岩物質含量較高，河流之沖積土，均為砂頁岩母質沖積土，面積最大，其丘陵麓坡之崩積土，亦皆被列為本類土壤。砂頁岩沖積土除質地太粗者外，一般肥力不至太低，尤在頭份苗栗一帶，生產力頗高，但在山間谷地或因日照較少，或因施肥不宜，或因土壤肥培不善，產量低。若能多施有機質肥料，培養地力，產量當可顯著提高。

2. 臺中地區

水文：臺中地區 (臺中市、南投縣及彰化縣) 之河流皆發源自中央山脈，由東向西流，尚有若干細流由丘陵地帶發源，匯流入大安溪、大甲溪、大肚溪 (烏溪)、濁水溪等四大河流，為農作物栽培之重大灌溉水源。

台中市氣候：全年氣溫均適於作物生長，年平均雨量在 1,500 - 2,600 公厘間，但降雨量分布不均，由西向東遞增，對作物栽培有甚大影響。雨量皆集中於夏季，自四至九月每月高達 100 公厘以上，佔全年降雨量 85%左右，乾濕季明顯。十月至翌年二月之乾旱期間，月平均雨量均不超過 50 公厘，現有相當完整灌溉設施，但旱季水源缺乏，影響作物栽培甚大。年平均溫度在 23℃左右，蒸發量大，尤其是

西部沿海一帶，每月均達 100 公厘以上，全年達 1,585 公厘，甚至超出降雨量。全年月平均相對濕度皆在 80 %以上。五月至九月之高溫期，雨量集中，土壤物質之分解淋溶甚烈，土壤中鹽基易流失，土壤易形成酸性，沿海地區地下水位較高，受冬季季風之影響，地面蒸發強，蒸發量超出降雨量，相對減輕鹽基向下淋洗機會，形成微鹼性反應之土壤。

台中市土壤性質：土壤酸鹼值網格管理網格圖顯示，果樹產區投入肥料量大之和平、東勢、石岡等坡地 (鹽基洗失) 與新社臺地紅壤，土壤 pH 值由強酸至極強酸性土壤，以土壤 pH 4.5 - 5.0 範圍居多，4.5 以下者亦佔 10-20 %。因此，需適當施用石灰資材改良土壤以利果樹栽培。神岡與大雅土壤為中酸至強酸性土壤，土壤 pH 5.0 - 5.5 居多。大甲、大安、清水、烏日及霧峰等地區為沖積平原，為水稻田耕作，肥料用量較少，因土壤較無酸化，土壤 pH 6.0 - 7.3，微酸性土與中性土壤交錯分布。大肚山臺地紅壤土壤極強酸性 pH 4.5 - 5.0。

3. 彰化地區

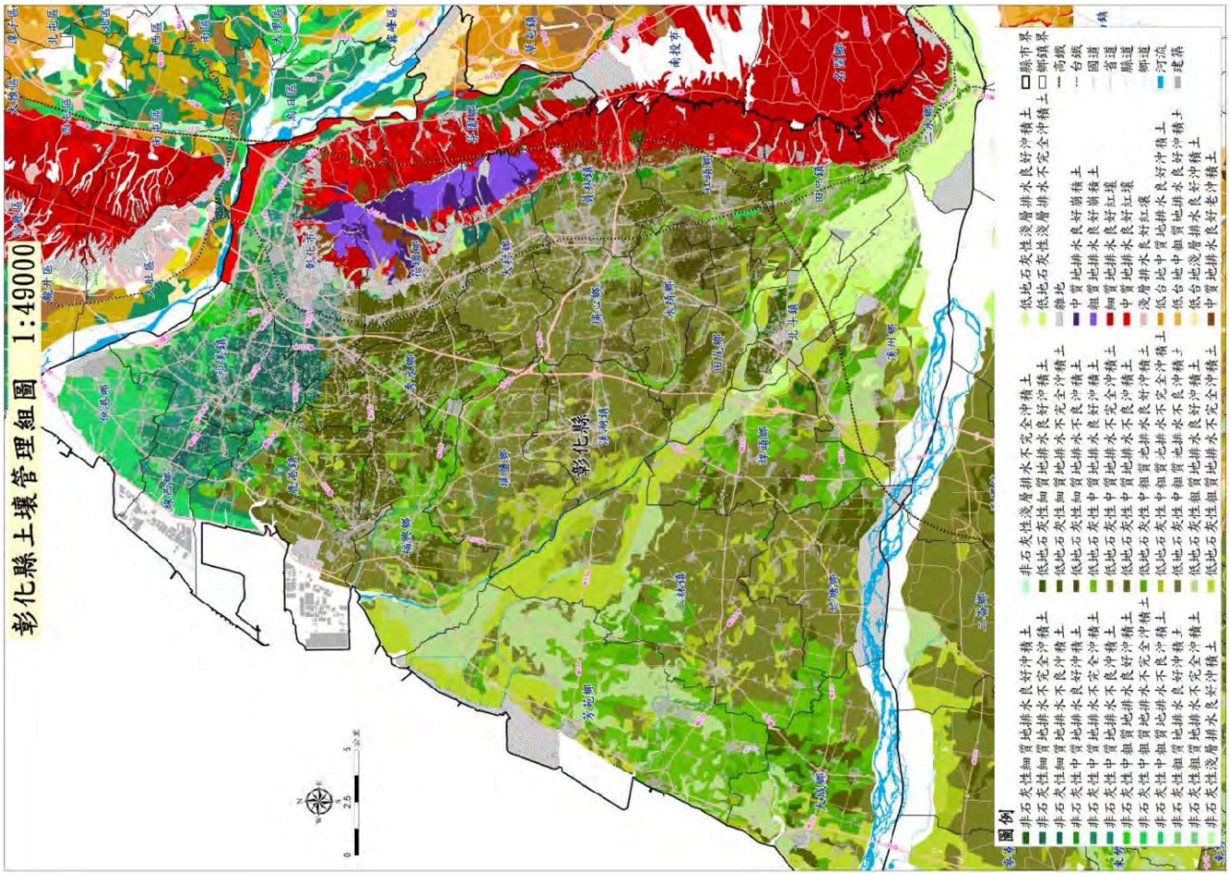
彰化縣氣候：彰化平原區域內均為平地，其地區別之氣候變化甚少，均屬於溫暖冬季寡雨氣候。以農作物生產而言，全年氣溫均適於作物生長。一至二月之氣溫最低在 15-16℃左右，對作物生長尚無影響，地區別之差異甚少。降雨量雖年達到 1,500-2,000 mm，但因分布不均，對作物栽培影響甚大。自十月至翌年二月為乾旱期間，月平均降雨量不超過 30 mm。而在最乾年份，經月不見下雨亦常見。雖現在有相當完整灌溉設施，但旱季水源缺少，影響作物栽培甚大，尤其是近海地區，在旱季期間，適遇風季，強烈西北風助長蒸發，使土壤益趨乾燥，一旦有強風，滿天飛砂，砂丘移動，埋沒良田。

彰化縣土壤性質：平原土壤之生成受土壤母質之影響最大，其來源有兩種，即大肚溪沖積物及濁水溪沖積物。濁水溪沖積物為黏板岩風化物，坋粒含量較高，其堆積生成之土壤均帶灰色，土壤反應呈微鹼性至中鹼性。大肚溪沖積物主要為砂頁岩風化物，滲雜少量黏板岩風化物。所堆積生成之土壤，底土顏色帶棕色，土壤反應呈微酸性，不具明顯構造。

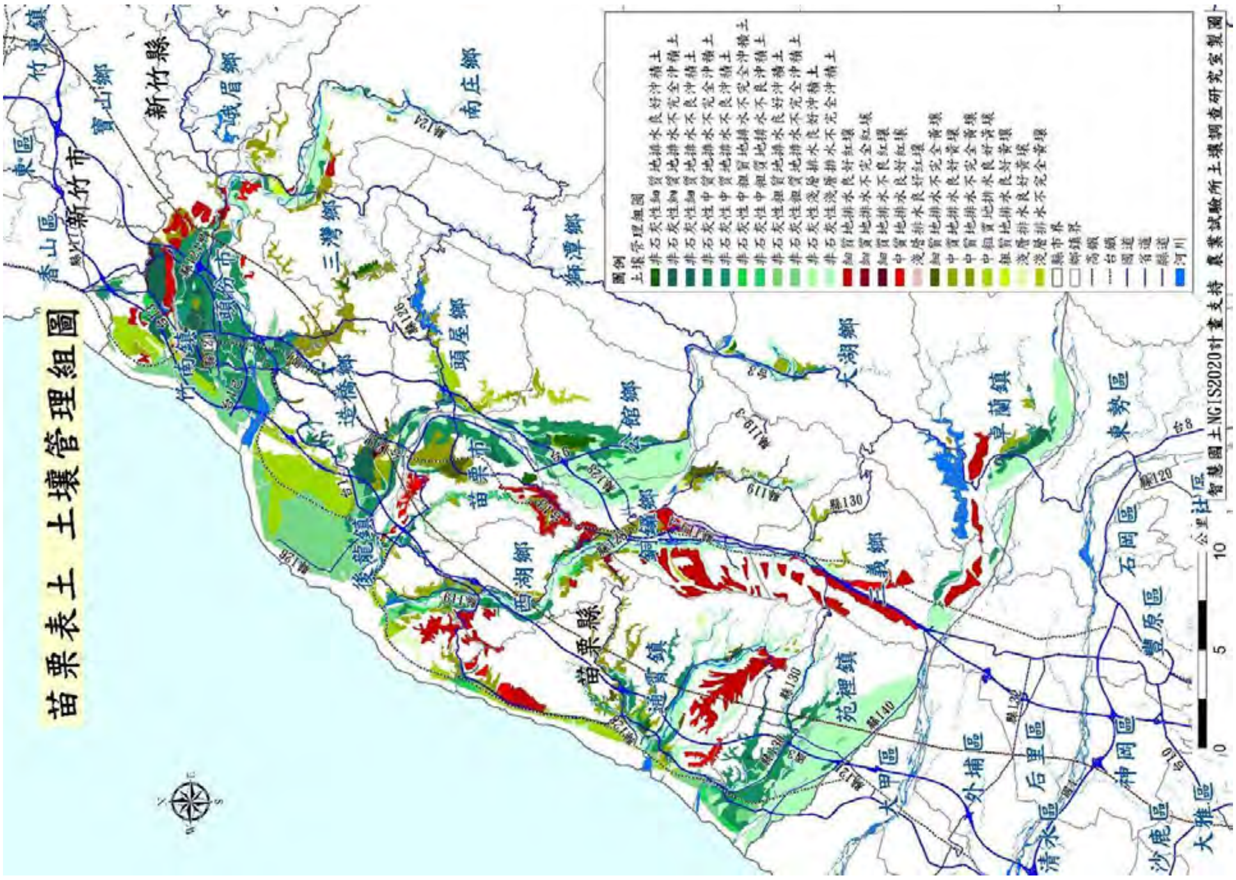
彰化平原土壤之生成受土壤母質影響最大，其來源自大肚溪沖積物及濁水溪沖積物。

大肚溪：大肚溪沖積物主要為砂頁岩風化物，滲雜少量黏板岩風化物。堆積生成之土壤，底土顏色帶棕色，土壤反應呈微酸性，不具明顯構造，僅分佈於彰化縣洋子厝溪以北至大肚溪南岸，包括芬園、彰化、和美、線西、伸港、鹿港、秀水及花壇等一部分。

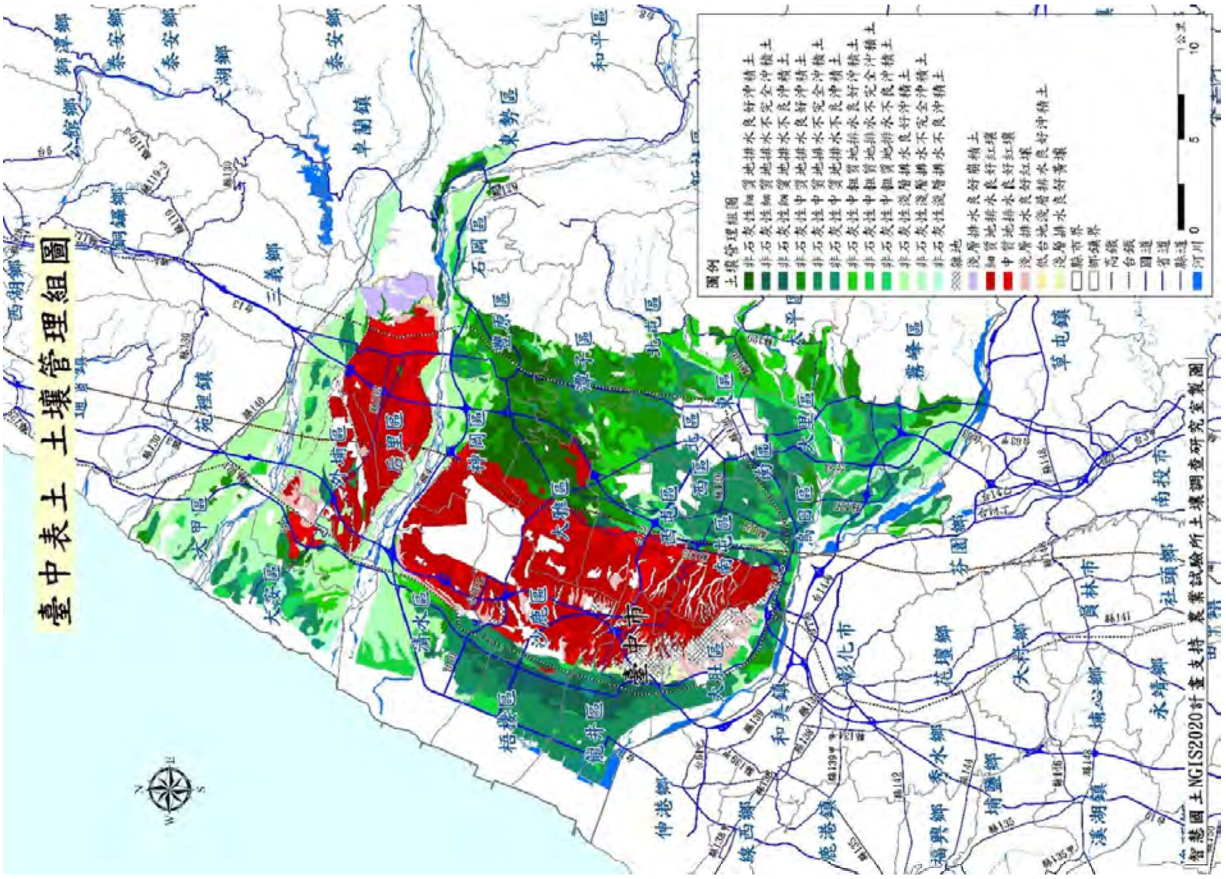
濁水溪：濁水溪沖積物為黏板岩風化物，坋粒含量較高，其堆積生成之土壤均帶灰色，土壤反應呈微鹼性至中鹼性。由於濁水溪沖積物之年代不同，其土壤剖面特徵也不同，故將該沖積土再分為老沖積土與新沖積土。老沖積土之底土顏色帶橄欖灰色，常含有石灰結核，具不明顯小鈍角塊構造，而新沖積土即土色帶暗灰色，呈強烈石灰質反應，無土壤構造而相當緊密。黏板岩老沖積土之分佈面積頗廣，佔彰化縣大部分，自鹿港鎮洋子厝溪以南至濁水溪北岸。黏板岩新沖積土之分布面積較小，僅分布於上述地區內之老河床地，如老濁水溪河道及從前之低窪地。由於取自濁水溪水之灌溉水，均含有高量之黏板岩新沖積物，故凡受濁水溪水灌溉農田地之表土均多少受黏板岩新沖積物沉積影響。



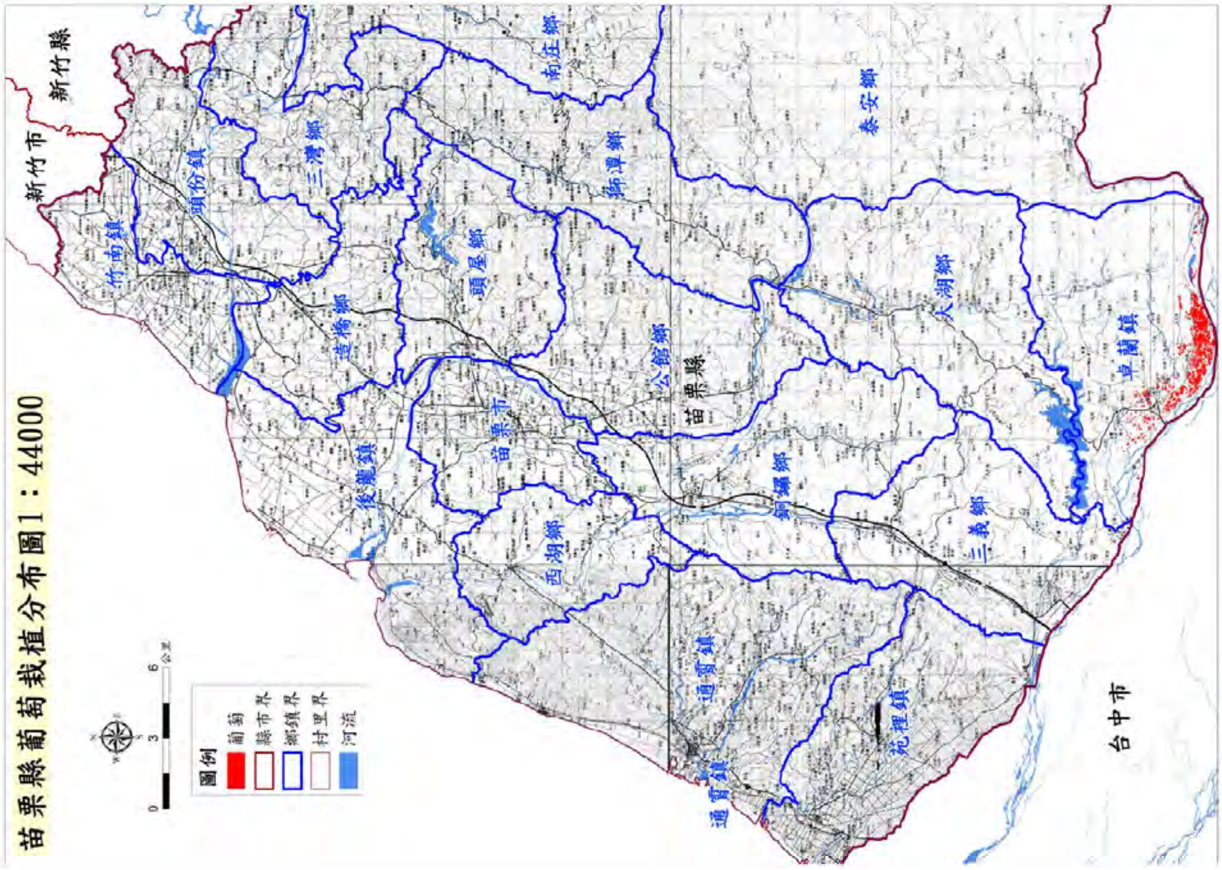
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



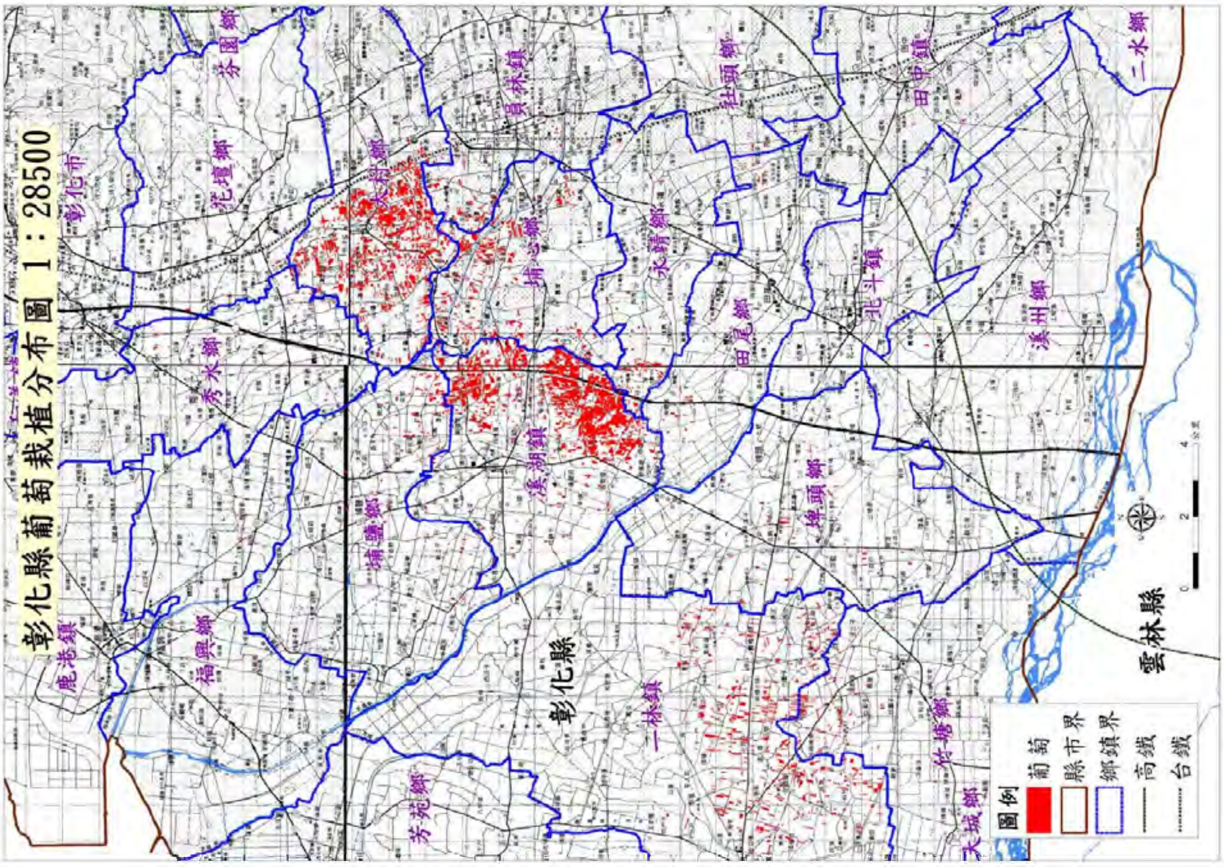
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



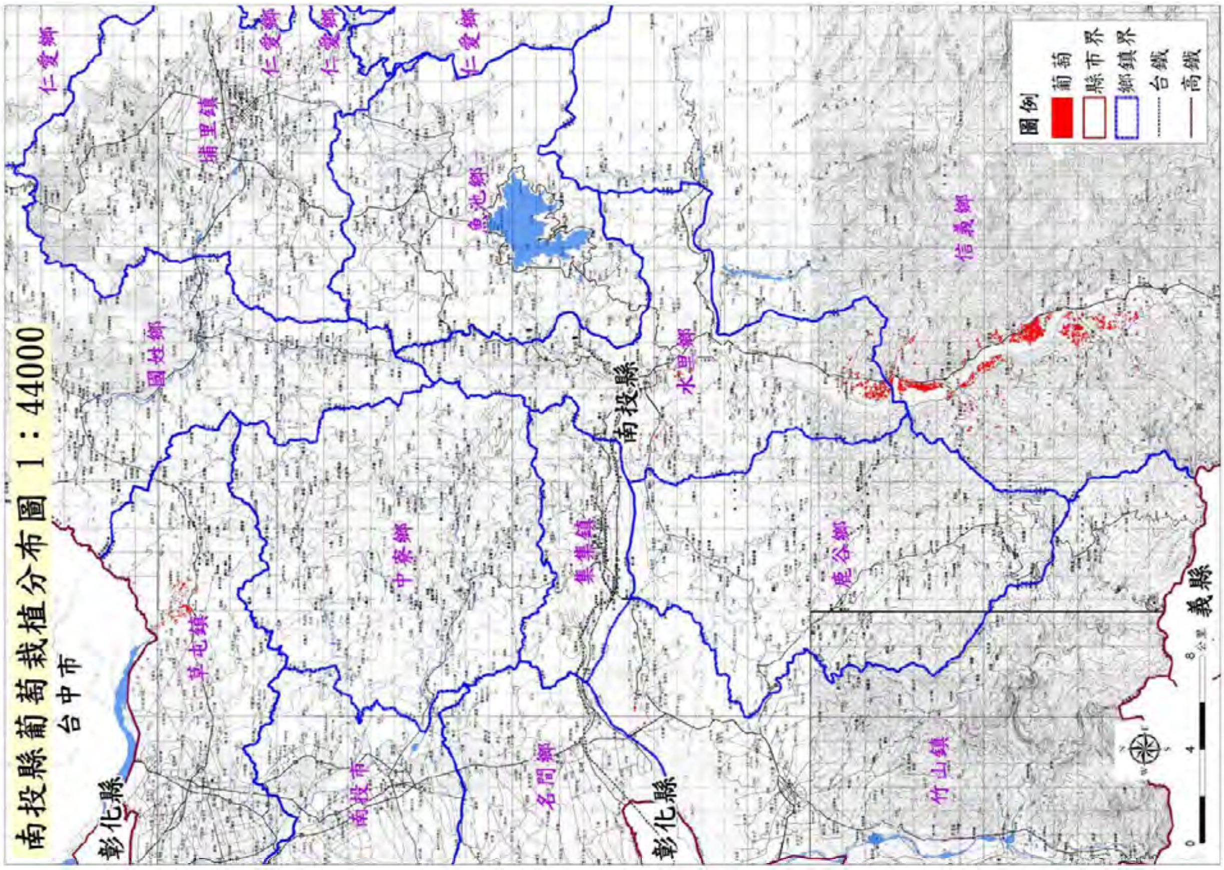
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



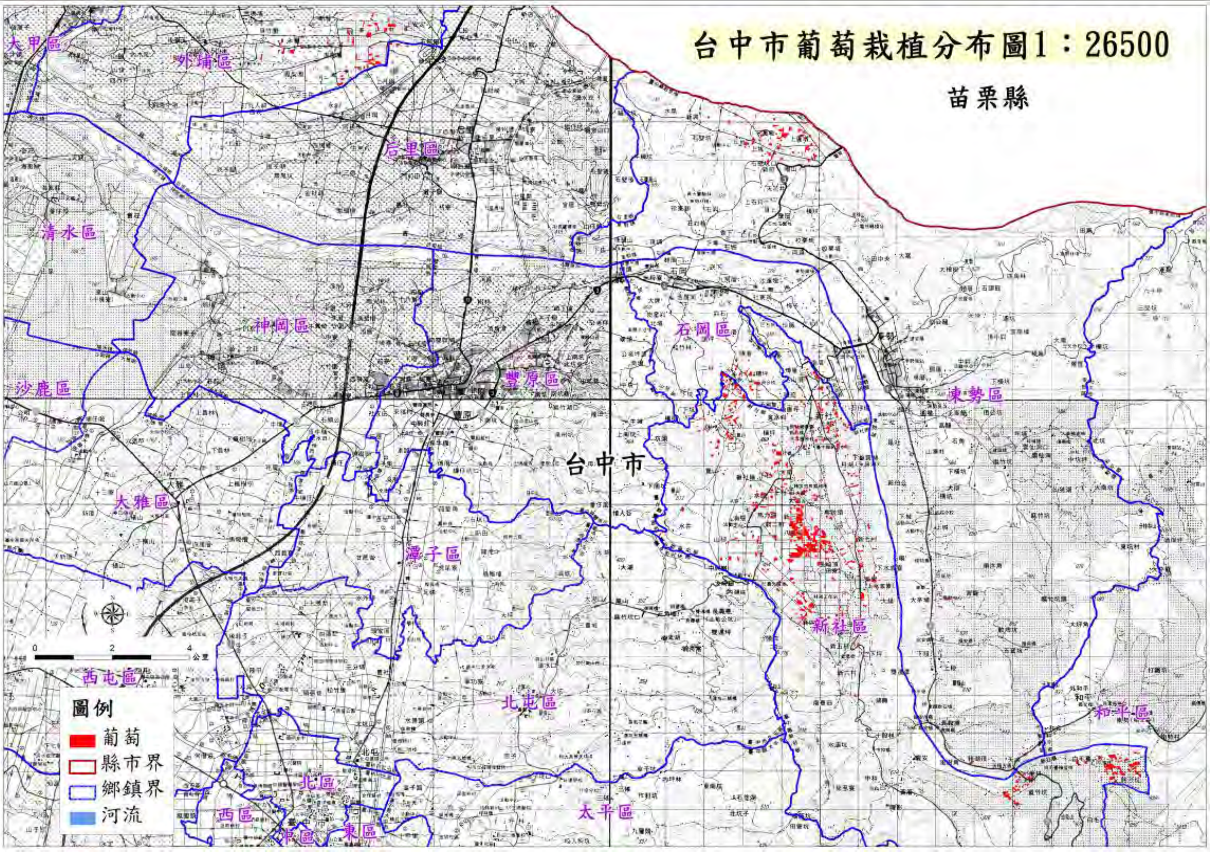
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

二、土壤管理與葉片分析營養診斷

(一)土壤酸鹼值與鈣鎂

葡萄適宜之土壤 pH 5.5-7.5，酸性土壤 pH 4.5-5.0 可能會有鎂、硼及鈣缺乏，可以用施肥策略預防或矯正，而不一定需要施石灰改良土壤。土壤 pH 值低於 4.0 以下易有鋁及氫離子毒害，於新開墾種植前，植穴施用石灰質材、有機質肥料等改良土壤。強酸性土壤改良以 15 公分土壤土層 pH 值提高 1.0 單位，當調整土壤 pH 至 5.0 - 6.0 需施用苦土石灰 5 噸/公頃以上，則可分 2-4 年進行，且每年施 1.5~2.0 公噸/公頃，逐年進行改良，待 pH 達 6.0 時應停止使用。

鈣肥補充預防果實爛尾之臍腐症 (blossom-end rot)及果實表面出現凹陷圓斑症狀之苦陷症 (bitter pit)，可增強葡萄冷藏貯存性。補充時機於幼果期、硬核前期果穗套袋前噴施。碳酸鈣與苦土石灰因水溶解性小，鈣有效性差。氯化鈣水溶解性高，有效性高，但易因雨水沖洗流失。每分地 25-50 公斤氯化鈣澆灌土壤五次。

葡萄對鎂敏感 (影響品質)，不足則補充含鎂之肥料施肥改善，缺鎂施用硫酸鎂優於苦土石灰，苦土石灰則有 18-20 % MgO 含量稍高，但苦土石灰溶解度低，硫酸鎂為水溶性，易溶出鎂，所需水量少。土壤施用硫酸鎂 25 公斤/0.1 公頃 (簡單方便) 或葉面施肥每 100 公斤水溶解硫酸鎂 (平時補充) 200-400 (嚴重缺乏) 公克，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公斤。連續約 3-5 次。 (摘自農試所黃維廷豐年社葡萄園精緻與合理化肥培管理與應用實例及葉片及土壤分析營養診斷之解釋與應用)

缺鎂之老葉葉肉黃化，葉脈仍為綠色。

(二) 葡萄果園之土壤有機質管理

果園土壤有機質含量 30 g/kg 以上，土壤有機質含量 10 g/kg 以下於石礫地或砂質壤土，保水、保肥很差，可施用氮含量低於 20 g/kg，富含木質素、纖維質及碳較高或碳氮比較高之有機資材施用，改善土壤理化性質。為維持適當之土壤有機質含量除大量施用有機質材外，果園應推行草生栽培覆蓋 (covering) 與敷蓋 (mulching)，利用植體殘枝落葉、稻草或刈割之雜草等敷蓋樹冠下周圍，可減少水分蒸發與維持土壤有機質含量。葡萄果園種植豆科綠肥作物 (苕子、綠肥大豆(臺南 7 號)) 或栽培生草量高之覆蓋作物，其改善土壤物理性，增加土壤通氣性、透水性及土壤保水力，增加土壤微生物活性，具有水土保持功用，同時可避免土壤結皮之功效。表土結皮為土壤因鹽化、裸耕，復因大雨水滴襲打及淹灌，使細小土坋粒 (silt)漂浮淹塞土壤孔隙，形成表土結皮或硬皮阻礙肥料與水分及空氣於土壤之縱向的通透性。土壤有機質管理目的為改善土壤物理性質，增進肥料與水分及空氣於土壤之縱向的通透性，減少橫向流失。 (部分摘自農試所黃維廷豐年社葡萄園精緻與合理化肥培管理與應用實例及果園土壤管理與合理化肥培之實施)

修剪前均分配有機質肥料待施用

有機質肥料條施於表面

葡萄基部環施有機質肥料

果園開深溝施基肥

果園噴殺草劑除草

果園人工割草情形

果園苕子覆蓋情形

果園綠肥大豆生長情形

(三)巨量要素

葉片植體分析結果顯示磷含量僅及氮與鉀之 1/15 至 1/20，葡萄果樹樹勢生育表現於葉片厚薄、面積大小、葉色深淺與枝條節間大小、枝梢萌芽整齊、葡萄果串長短與果粒著色主要受氮與鉀吸收比率之影響與調節，所以葡萄果穗成長生育時期不同，施肥宜以適度氮與鉀肥比率調控，磷肥於基肥施用，適量即可，無需強調氮磷比率或磷鉀比率。 (摘自農試所黃維廷豐年社葡萄園精緻與合理化肥培管理與應用實例及葉片

及土壤分析營養診斷之解釋與應用)

葡萄果粒欲大且風味濃厚且具有高量甜酸度，不能只靠氮肥或者是某一種配方肥料。枝梢著果穗各生長階段之日照、雨水、溫度等氣候因子，皆會影響葡萄養分吸收，應依葡萄果穗成長之不同生育時期配合溼式水分管理，落實肥水精緻利用調控之管理，調控氮肥和鉀肥適當的比例施用。

(摘自農試所黃維廷豐年社葡萄園精緻與合理化肥培管理與應用實例)

適度氮與鉀肥比率枝梢萌芽整齊與正常的葡萄果串與果粒著色

如採收後利用尚未落葉剩餘葉片行光合作用，供給磷肥與鉀肥，以蓄積儲存於樹體、根、枝條養分，提供翌年花芽分化、花芽飽滿及枝梢萌芽生長。萌芽始花後以簡易管路噴灌，行根域水分管理，萌芽開花著果期需較適量比率氮、鉀肥，生產足量之枝條與葉片；小果至硬核前期需要高氮低鉀比來促進果粒生長，硬核期及轉色前期至採收，要漸漸提高鉀肥用量，並依果穗量及植株葉色深淺、枝梢生長勢強弱，調控氮、鉀比施用，以增加果粒品質風味。施肥後土壤內如果殘存氮不少 (例如有機質肥料氮還未完全分解釋放)，枝梢生長旺盛，**開花期間遇春**雨易造成果穗流花發生，硬核期後遇雨水恐怕大量吸收氮養分，致使徒長枝梢旺盛，旺葉不旺果，枝條徒長等皆不利，使葡萄**果實著色不佳**與品質變差。因此，氣溫及濕度高時，鉀肥要增加以平衡氮的吸收效率；秋末冬初枝葉生長期遇涼冷天氣，氮磷肥需要稍為增加，彌補氣溫低而較差養分的吸收效率。氣候變遷，大環境改變如逢遇大雨後，隨時補充大雨水流失或滲漏之肥分。〈部分摘自農試所黃維廷豐年社葡萄園精緻與合理化肥培管理與應用實例及果園土壤管理與合理化肥培之實施〉

氮肥過剩對枝條生長與果實品質之影響

結果期前，氮肥過剩，也就是氮鉀比過高，葡萄枝條之生長勢會過於旺盛：葉片大且葉色濃綠，枝條抽稍、節間變長，甚至枝稍徒長，過長的枝條容易下垂，葉片下拉枝條而抑制生長。如果結果期氮過剩，將延遲葡萄果實轉色，甚至引起轉色不良。

抽梢生長　　枝梢徒長生長

氮過量植株生長過旺盛，葉片大，枝梢軟弱 (左)。
氮過量植株生長過旺盛，葉片大而濃綠，往下拉枝條，抑制生長 (右)。

開花期逢低溫下雨，授粉不佳造成小果粒生成，果實無籽呈圓形果形 (左)。
授粉期間，逢下雨以流花產生假授粉之無籽果粒 (右)。

氮過多造成葡萄果實著色時間延遲及著色不良 (左)。正常葡萄果串與果粒著色 (右)。

缺鉀造成老葉葉緣及尖端變黃呈燒焦狀

(四) 微量要素

缺硼葡萄，花穗授粉不良，造成同一果串有正常發育之果實和許多無籽之小果夾雜，果粒且變形為扁圓形之果實，果穗發生蝦果粒畸形果。一般易發生於 pH 值太高或太低之黏板岩沖積土或紅壤，以粗質地砂質壤土與石礫地，及氣候乾旱特殊易缺硼。改善方法為土壤施用硼酸或硼砂 5-10 公斤/公頃/年，葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸、硼砂 1,000 倍，連續約二至三次。 (部分摘自農試所黃維廷葡萄園精緻與合理化肥培管理與應用實例及葉片及土壤分析營養診斷之解釋與應用)

缺硼花穗授粉不良，造成同一果串有正常果實與無籽之小葡萄夾雜而生

(五)葡萄土壤管理與水分灌溉管理

葡萄土壤適應性

項目	適應性
耐濕性	強。
耐乾性	較強。
土壤物理性要求	水分與空氣的要求度大。
根性	美國系淺根性，歐洲系深根性。
土壤條件	砂質的輕，土壤較適宜。
土壤反應	石灰飽和度高的土壤較適宜，營養生理的石灰要求度高。
肥料感應性	忌氮過多。

(許仁宏, 1983)

過度深耕至基部，造成大根斷根，影響枝梢生長

肥料表面過度施肥造成土壤鹽化

葡萄水分灌溉管理

利用畦溝灌溉，兼作草生栽培

利用深溝引水灌溉

利用噴灌管水分管理

利用噴灌管水分管理

葡萄園淹水

浸水根系窒息後根腐

地下排水不良，或土壤長時間含水量高，枝條產生氣生根 (左)。
排水不良地區於種植前先開深溝埋設暗管 (右)。 (張等, 2004)

三、土壤分析與葉片養分適宜參考範圍

(一)葡萄之葉片與土壤採樣方法

1. 葉片採樣方法

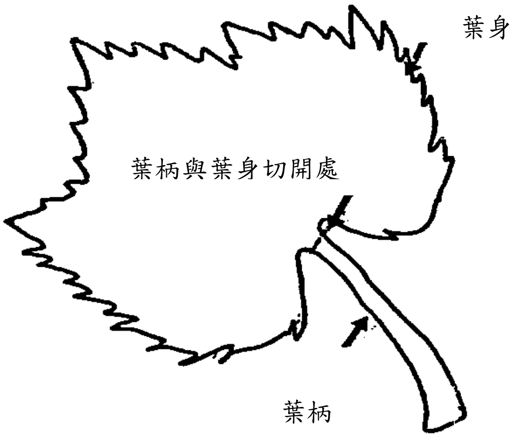
於盛花期採取與花房對生位葉之葉片，全園視面積大小共逢機採取 50 至 100 片葉，摘下後立即將葉身與葉柄分開，一同裝入塑膠袋內，標明姓名、園址與採樣日期。

2. 土壤採樣方法

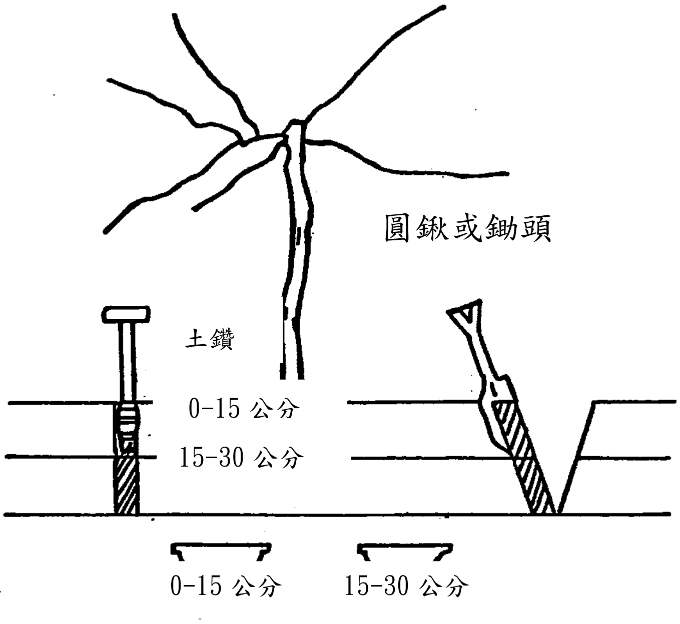
於葡萄株間或行間採土，先將土表雜草及其他雜物清除，再以鋤頭、圓鍬、或土鑽分別按深度 0-15 及 15-30 公分採取上下等量之土壤，全園視面積大小逢機採取六到十處土壤，按採土深度分別置入兩個臉盆內混合，混勻後各取約 600 公克土壤

分別裝入標有深度及姓名、園址之塑膠袋內，送交分析中心。

盛花期採取與花房對生位葉之葉片



葡萄葉片摘下後將
葉身與葉柄切開



葡萄園土壤採樣於株間或行間，依 0-15，15-30 公分深度，分層採土

(二)葡萄土壤肥力檢測參考範圍

葡萄園土壤檢測營養診斷之參考標準 (臺中場 賴文龍 2008)

土壤肥力檢測	pH	電導度 dS/m	有機質 g/ kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
				mg/ kg			
參考值	5.5 - 7.5	小於 0.37	30 以上	100~200	150~300	1,000 以上	100 以上

土壤酸鹼值以土水比 1：1；電導度值以土水比 1：1 萃取後，利用電極測定。土壤有機質利用總有機碳分析儀 (Elementar vario MAX C) 定量。土壤有效性磷以 Bray No.1 試劑萃取；土壤交換性鉀、鈣、鎂、鈉以 1 N 中性醋酸銨萃取。

葡萄園土壤檢測營養診斷之參考標準 (臺中場 張致盛、邱禮弘 2010)

土壤肥力 檢　測	pH	電導度 dS/m	有機質 g/ kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
				mg/ kg			
參考值	6.0~7.5	1.0 以下	30 以上	100~200	150~300	1,000 以上	100 以上

土壤酸鹼值以土水比 1：1；電導度值以土水比 1：1 萃取後，利用電極測定。土壤有機質利用總有機碳分析儀 (Elementar vario MAX C) 定量。土壤有效性磷以 Bray No.1 試劑萃取；土壤交換性鉀、鈣、鎂、鈉以 1 N 中性醋酸銨萃取。

葡萄園土壤檢測營養診斷之參考標準 (農試所 黃維廷 2010)

土壤肥力 檢　測	pH	有機質 g/ kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
			mg/ kg			
參考值	5.5~7.0	20 以上	100 以上	150 以上	1,200 以上	200 以上

重金屬 檢　查	鐵	錳	銅	鋅	鎘	鉻	鎳	鉛
				mg/ kg				
參考值	未訂	未訂	<20	<25	<0.4	<10	<10	<15

土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；交換性鉀、鈉、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。

卓蘭地區葡萄園肥力診斷之參考標準(苗栗場 吳添益 2010)

土壤肥力 檢　測	pH	有機質 g/ kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
			mg/ kg			
參考值	5.6~6.5	30 以上	44~132	100~200	1,800~2,856	120~180

土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；交換性鉀、鈉、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。

葡萄土壤肥力分析之理想數值

土壤 pH 值：葡萄以 5.5 - 7.0 為宜。因在強酸性土壤栽培葡萄，碳氮比不易提高而容易發生徒長現象，枝條粗，節間長，不夠結實，花芽小，果粒不易肥大，著色慢，果肉較軟，水分及有機酸較多。

土壤電導度 (EC 值) (1:1)：葡萄以 0.76 dS/m 以下為宜。超過 2.45 dS/m 以上葡萄植株即會遭受鹽害影響產量。土壤鹽分主要來自於化學肥料、有機質肥料、土壤改良劑、灌溉水及土壤本身風化之產物。土壤鹽分太高，往往是土壤較黏重、排水不良及施肥不當所引起，致作物對於水和養分的吸收功能受阻，根部與地上部生長受影響，嚴重者發生脫水、枯死，應注意施用肥料種類、施肥量和施肥方法。

土壤有機質：葡萄果園土壤有機質含量約 30 g/kg 以上較理想。有機質肥料以太空包、鋸木屑、甘蔗渣、樹皮、稻草等有機資材為原料，堆積發酵完全後使用，開溝深施土中，改善土壤理化性及生物性。

土壤 Bray-1 磷：葡萄果園土壤 Bray-1 磷含量約 100 - 200 mg/kg 為宜。太高者將會影響一些微量要素之吸收，因強酸性土壤施用之磷肥易被固定為磷酸鐵、磷酸鋁，鈣含量高之土壤，施用之磷肥易被固定為磷酸鈣，作物根系無法吸收利用，降低磷肥肥效。磷肥有助於根部之生長及開花結果與抑制枝條徒長，增加抗病力之效果。

土壤交換性鉀：葡萄果園土壤交換性鉀含量約 150- 300 mg/kg 為宜。因鉀肥幫助碳水化合物的轉移和貯藏，促進植物組織之纖維化，使作物枝莖較堅實，增加抗病害能力。

土壤交換性鈣：果園土壤交換性鈣含量以 1,000 - 3,000 mg/kg 為宜。土壤 pH 值較低者土壤鈣、鎂含量亦低者，可施含鈣及鎂成分之肥料如苦土石灰、鎂鈣肥等，以提高土壤 pH 值並供應土壤鈣及鎂，亦可提昇葡萄之產量及品質。

土壤交換性鎂：果園土壤交換性鎂含量以 100 - 200 mg/kg 為宜。土壤 pH 6.0 以上，鎂含量低者，可使用硫酸鎂補充，每公頃 200 - 400 公斤。土壤 pH 5.5 以下土壤鈣、鎂含量均低者，可使用苦土石灰、鎂鈣肥改良。

葡萄葉片養分適宜參考範圍

葡萄葉片養分分析與適宜範圍 (農試所 黃維廷 2010)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅	硼
	g/kg					mg/kg				
分析值	29.8	2.6	16.7	20.8	2.5	126	51	8	22	57
適宜範圍	24-28	1.6-2.2	9-16	20-27	2.6-5.0	70-120	25-200	5-20	25-200	30-100

葡萄葉片養分分析與適宜範圍 (苗栗場 吳添益 2010)

葉片分析	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅	硼
	g/kg					mg/kg				
分析值	27.2	4.0	12.8	12.6	2.0	152	223	29	58	48
適宜範圍	24-28	1.6-2.2	9-16	20-27	2.6-5.0	70-120	25-200	5-20	25-200	30-100

葡萄葉片養分濃度適宜範圍
(農業試驗所 1989 果園作物營養診斷應用研習會專輯 特刊第 28 號)

葉片分析		氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅	硼
		g/kg					mg/kg				
參考值	夏果	21-26	1.6-2.2	7-12	10-20	2.6-5.0	70-120	25-200	5-20	26-140	30-100
	冬果	24-28	1.6-2.2	9-16	20-27	2.6-5.0	70-120	25-200	5-20	26-140	30-100

四、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

苗栗地區葡萄栽培園地分布於大安溪沿岸及大坪頂坡地，兩者土層深淺不同，以

大坪頂坡地及老庄豐田一帶園地土壤較深，近沿岸開發園地土壤較淺。土壤酸鹼值偏低，影響果樹根圈土壤養分有效性，致使根系吸收養水分能力下降。

由表一卓蘭鎮土壤層別質地分佈得知：土層質地在表層土壤(0 - 30 公分)為 100 % 中質地；次層土壤 (30 - 60 公分) 中列為中質地佔 16.2 %，細質地土壤佔 12.6 %，極細質地土壤佔 17.1 %，石礫質地土壤佔 54.2 %；中層土壤 (60 - 90 公分) 中列為中質地佔 9.8 %，極細質地土壤佔 28.2 %，石礫質地土壤佔 62.0 %；下層土壤 (90 - 150 公分) 中列為中質地佔 8.4 %，細質地土壤佔 12.6 %，極細質地土壤佔 17.0 %，石礫質地土壤佔 62.0 %。且土壤母質來源分為砂頁岩、板岩及板岩混合砂頁岩等三種居多，均為無石灰性，土壤反應等級在酸性 - 極酸性之間。土壤型態為沖積土居多，紅、黃壤為次之；土層內部排水大致不完全等級，少部份紅、黃壤為良好 - 尚佳排水等級。考慮上述情況，葡萄園施肥管理應著重於深耕施肥方式，使肥料可達土壤表層底 30 公分位置，有助於培養健康葉片與結果枝群，育成健旺的根群，生產高品質的安全果品。

表一、卓蘭鎮土壤層別質地分佈情形 (%)

土層別 (公分)	土壤質地 (%) 中質地	細質地	極細質地	石礫	合計
表層 0-30	100	0	0	0	100
次層 30-60	16.2	12.6	17.1	54.2	100
中層 60-90	9.8	0	28.2	62.0	100
下層 0-150	8.4	12.6	17.0	62.0	100

資料來源：苗栗縣卓蘭鎮土系性質簡表摘錄。

以下就**<u>葡萄土壤管理與合理化施肥加強輔導的幾個重點</u>**提出說明。

(一)土壤有機質的補充：土壤有機質對農業生產體系之永續性有顯著的影響，同時也是土壤品質和生產力之重要指標。應慎選利用高粗質、低肥分且完全腐熟的堆肥以補充土壤有機質，使果園土壤有機質基準應達含量達 30 g/kg 以上，以維持高品質葡萄的生產需求。草生栽培果園及割草覆蓋深施有機資材，有利於土壤物理、化學及生物等性質改善，增加土壤活性，促進根域伸張及健康，易於吸收養分水分，有利於生長發育，都是維持有活力土壤的管理措施。

葡萄果園草生栽培及覆蓋深施有機質肥料

(二)土壤改良：首重土壤酸鹼值的調整，土壤酸鹼值 6.0 - 6.8 是葡萄根域活力最佳的生長範圍。就以卓蘭地區在 98 年到 101 年間土壤調查案例，得知在民國 98 年的土壤酸鹼值低於 6.0 者果園比例佔 79 %，經逐年改善，到民國 101 年的土壤酸鹼值低於 6.0 者果園比例下降到佔 32.5 %，但是從土壤酸鹼值低於 6.0 者兼有土壤鈣低於適宜值 1,800 mg/kg 者，從民國 98 年佔果園比例為 44.0 %，到民國 101 年只剩 32.5 % 。如土壤酸鹼值太酸及土壤中鈣偏低，則應利用石灰資材來改善；施用上可考量土壤質地及氣候而調整採用分施方式，且改良資材應比有機質肥料及化學肥料提早 20 天以上先施入畦面上，以確保其效果。

(三)土壤磷鉀肥配置：施用基肥時，將全量磷肥及 30 - 50 %的鉀肥與有機質肥料一併混施掩埋入土，以維持磷鉀肥有效性，減少被土壤固定。根據土壤肥力檢測結果 (表二)，當發現果園土壤之磷、鉀肥含量有蓄積之跡象，管理重點應著重於「合理化施肥技術的應用」，可多加選用磷、鉀含量低且價格較低的磷、鉀肥之肥料，降低施肥成本，減少土壤養分不平衡的發生。由表二中得知卓蘭地區葡萄果園土壤磷、鉀蓄積情況改善，已從民國 98 年佔 26.0 % 比例的果園數，到民國 101 年土壤樣本 120 件時，其中超過土壤磷、鉀適宜值以上的果園只佔有 7.5 %的園數。

表二、卓蘭地區民國 98-101 年間葡萄果園土壤磷、鉀養分分布 (%)

年度	樣本數	小於適宜值		適宜值		大於適宜值		磷鉀都大於適宜值
		鉀	磷	鉀	磷	鉀	磷	
98	127	24.0	3.0	34.0	50.0	42.0	47.0	26.0
99	214	15.0	4.7	27.1	53.7	57.9	41.6	33.6
100	251	24.7	8.4	37.0	57.7	38.3	33.9	19.9
101	120	20.3	3.3	52.2	74.2	27.5	22.5	7.5

註：土壤磷、鉀養分暫定基準如表四所示。

(四)中耕掩施確保肥效：應用開溝、培土、灌注及葉面等方式，使肥料置入土壤中根較集中區域的施肥方法，促使植體有效吸收，達到有效施肥，提高栽培期間抗逆境及施肥利用率。苗栗場於民國 97- 100 年間調查果園土壤深度養分消長，得知隨土壤深度增加，土壤中磷、鉀、鈣及鎂養分呈現下降。管理重點應於冬季基肥配合中耕管理，將基肥掩施入土中，如此不僅可保持其肥效，更能促進新根系的生成，將有利提昇葡萄植株對土壤養分的吸收能力，尤其是鈣的吸收效率。所以，施肥方法或位置不當，徒增施肥浪費與環境污染等問題。

(五)為求達葡萄合理化施肥目的，應特別注意基肥的化學肥料配置施用，因葡萄屬於溫帶落葉果樹，其於冬季有休眠的生理現象；此時，適度中耕配合適宜的基肥施用，可有效改善果園土壤的物理性化學性及生物性，且有助於新根群的充分伸長及發育。因此，於冬果收穫後進行土壤肥力檢測及診斷分析是必要的。

以民國 101 年輔導調查結果為例 (表三)，得知土壤中磷、鉀及鎂含量是豐富充足的，而土壤中鈣低於適宜值 1800 mg/kg 者，佔 84.2 % 的果園數。改善重點應該放在鉀鈣鎂平衡，避免養分過量吸收出現抑制情況。從表三得知鹽基飽和度低於 55 %者果園數佔 60 %，土壤中鈣鎂當量比低於四的果園數有 23.3 %，土壤中鎂鉀當量比低於二的果園數有 27.5 %。

表三、卓蘭地區民國 101 年葡萄果園土壤養分分布 (%)

土壤養分	小於適宜值	適宜值	大於適宜值	合計
鉀	20.3	52.2	27.5	100
鈣	84.2	13.3	2.5	100
鎂	46.7	48.3	5.0	100
磷	3.3	74.2	22.5	100

備註：各養分暫定基準如下：土壤磷適宜值為 44-220 mg/kg。
土壤鉀適宜值為 100-200 mg/kg。土壤鎂適宜值為 120-240 mg/kg。土壤鈣適宜值為 1,800-2,400 mg/kg。以陽離子交換當量 15 cmol (+) / kg 為基準，本區鹽基飽和度低於 55%者果園數佔 60 %，土壤中鈣鎂當量比低於四者果園數有 23.3 %，土壤中鎂鉀當量比低於二者果園數有 27.5 %，顯示該區果園土壤容易發缺、鈣鎂的現象，有待改善。

上述這些果園容易發生缺鈣、缺鎂的情況。補救上需注意下列事項，由於在粗質地土壤中鈣、鎂容易於流失，可採用分施或配合中耕埋入土中。也要適度調整鉀肥施用量及注意氣候、灌溉及土壤質地等相關因子，作適時、適量及適法配合應用，才得確保改善之效果。此外，葡萄的花期易因土壤氮肥含量過高，而造成流花結實不良現象；應選用低氮粗質種類之有機質肥料，或調整減少化學氮肥施用量，以確保結果枝的生育調控。

五、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

每公頃巨峰葡萄夏果產量約 15,000-18,000 公斤，冬果約 12,000-15,000 公斤，三要素推薦量約為:(1) 夏果施用氮 120 - 160 公斤、磷酐 100 - 140 公斤、氧化鉀 120 - 160 公斤；(2) 冬果施用氮 100 - 140 公斤、磷酐 100 公斤、氧化鉀 70 - 100 公斤 (表四)。

此三要素用量應依「合理化施肥」的要領，依土壤肥力高低與植物生育期別營養需求，適時地調整施肥量或選擇合適肥料成分比例，以適當的肥培管理方法施用。巨峰葡萄依生育期別分為：修剪期之基肥、開花時期、硬核前期、轉色前期，以及採收期後等五種不同生育階段配置不同比率的施用量 (表五、表六及表七)。

表四、葡萄每公頃三要素合理推薦施用量 (公斤/公頃)

一年二收期別	氮	磷酐	氧化鉀
夏果	120 - 160	100 - 140	120 - 160
冬果	100 - 140	100	70 - 100

表五、葡萄施肥時期及分配率 (%)

肥料別		修剪時期(基肥)	開花時期	硬核前期	轉色前期	採收期後
氮肥		40	20	20	10	10
磷肥	夏果	100	0	0	0	0
	冬果	40	20	20	20	0
鉀肥		30	20	25	25	0
堆肥		100	0	0	0	0

表六、夏果葡萄三要素施肥配置推薦用量（公斤/公頃）

肥料別	修剪時期（基肥）	開花時期	硬核前期	轉色前期	採收期後
氮 (N)	48 - 64	24 - 32	24 - 32	12 - 16	12 - 16
磷 酐(P_2O_5)	100 - 140	0	0	0	0
氧化鉀(K_2O)	36 - 48	24 - 32	30 - 40	30 - 40	0

表七、冬果葡萄三要素施肥配置推薦用量（公斤/公頃）

肥料別	修剪時期（基肥）	開花時期	硬核前期	轉色前期	採收期後
氮 (N)	40 - 56	20 - 28	20 - 28	10 - 14	10 - 14
磷 酐(P_2O_5)	40	20	20	20	0
氧化鉀(K_2O)	21 - 30	14 - 20	18 - 25	18 - 25	0

六、參考實例或範例

1. 巨峰葡萄氮鉀肥適量試驗（王錦堂， 1972）土壤肥料試驗報告

	氮	磷酐	氧化鉀	產量
	公斤/公頃			
施肥量	300	350	120	24,000

2. 主要園藝作物葡萄栽培地區調查(林嘉興，1986) 臺中場業務年報園藝果樹

品種	期別	氮	磷酐	氧化鉀	產量
		公斤/公頃			
巨峰	夏果	260	287	223	14,375
	冬果				16,500
金香	夏果	153	257	367	22,686
	冬果				12,571

3. 葡萄氮鉀營養與果實收益、品質之關係研究
(黃維廷等人 1997) 土壤肥料試驗報告

施肥法	氮	磷酐	氧化鉀
	公斤/公頃		
示範推薦量	150 - 250	80 - 150	150 - 250
農民慣用量	70 - 180	150 - 340	70 - 180

4. 葡萄果園慣行施肥量及土壤肥力對葡萄產量、品質之影響研究
(王錦堂等人 1988) 土壤肥料試驗報告

品種	氮	磷酐	氧化鉀
	公斤/公頃		
巨峰葡萄*	50	100	100
金香葡萄	50 - 116	100 - 348	275 - 300

*有機肥 12.5 公噸/公頃。

收穫 1 公噸葡萄果實之需肥量 (公斤/公噸)

肥料別	巨峰	金香	平均
氮	4.6	6.6	5.4
磷酐	13.8	14.4	14.0
氧化鉀	9.4	11.0	10.1
有機質肥料	203	508	328

5. 苗栗地區葡萄合理化施肥 (苗栗場吳添益 2010) 作物合理化施肥專輯
2009 年於苗栗地區葡萄合理化施肥示範圃七處平均值

施肥法	氮	磷酐	氧化鉀
		公斤/公頃	
示範推薦量	104	124	171
農民慣用量	153	140	234

6. 大村葡萄合理化肥培管理與應用實例
(農試所黃維廷 2010) 作物合理化施肥專輯

期別	氮	磷酐	氧化鉀
		公斤/公頃	
推薦量	165 - 180	237 - 252	1,005 - 1,140
慣用量	355	285	713

7. 高產量葡萄園一般推薦法
(黃裕銘 2014) 葡萄整合生產及品質作業手冊

期別	氮	磷酐	氧化鉀
		公斤/公頃	
推薦量	180	100	160
慣用量	156	60	160

8. 葡萄一年二收三要素推薦量
(臺中場邱禮弘 2007)

期別	氮	磷酐	氧化鉀
		公斤/公頃	
夏果	140	125	140
冬果	100 - 140	90 - 110	70 - 100

*堆肥用量每公頃 10,000 - 15,000 公斤。

葡萄施肥時期及分配率 (%)

肥料別	修剪時期(基肥)	開花時期	硬核前期	轉色前期	採收期後
氮肥	40	20	20	10	10*
磷肥	100	—	—	—	—
鉀肥	30	20	25	25	—
堆肥	100	—	—	—	—

*採收期後已嚴重落葉者，請勿施用 10%氮肥。

9. 施肥手冊

(1) 葡萄 (作物施肥手冊，1983 臺灣省政府農林廳)

葡萄三要素推薦量 (公斤/公頃)

地區別	氮	磷酐	氧化鉀
山地	120 - 160	180 - 220	360 - 480
平地	120 - 160	120 - 160	240 - 360

* 施用純雞糞 6,000 公斤 (或粗糠雞糞 12,000 公斤)。

** 砂土白雲石灰用量應酌量減少，黏土則應酌量增加。

*** pH 4.0 時每公頃施用白雲石灰 2,500 公斤。

pH 5.0 時每公頃施用白雲石灰 1,500 公斤。

pH 5.5 以下酸性土壤施用白雲石灰 1,000 - 1,500 公斤/公頃。

**** 石灰質土壤可酌量增加磷及鉀肥用量。

葡萄施肥時期及分配率 (%)

肥料別	修剪期(12 月)	開花期	硬核期	著色期	採收後
氮肥	40	20	20	10	10
磷肥	100	—	—	—	—
鉀肥	30	20	25	25	—

(2) 葡萄 (作物施肥手冊，1996 臺灣省政府農林廳)

葡萄三要素推薦量 (公斤/公頃)

地區別	氮	磷酐	氧化鉀
山地	120 - 160	100 - 150	120 - 180
平地	120 - 160	100 - 150	120 - 160

* 有機質肥料 10~20 公噸/公頃。

葡萄施肥時期及分配率 (%)

肥料別	十二月	開花期	硬核期	著色期	採收後
氮肥	50	20	20	—	10
磷肥	100	—	—	—	—
鉀肥	30	20	25	25	—

* 施肥法：1. 酸性土壤可酌施白雲石粉改良。
2. 彰化地區石灰質土壤可酌施為增加磷及鉀肥用量。

(3) 葡萄 (作物施肥手冊，2005 中華肥料協會編印)

葡萄三要素推薦量 (公斤/公頃) (每公頃施用堆肥 10~15 公噸情況下)

一年二收期別	氮素	磷酐	氧化鉀
夏果	140	125	140
冬果	100 - 140	100	70 - 100

葡萄施肥時期及分配率 (%)

肥料別	修剪時期 (基肥)	開花時期	硬核前期	轉色前期	採收期後
氮肥	40	20	20	10	10
磷肥	100	—	—	—	—
鉀肥	30	20	25	25	—
堆肥	100	—	—	—	—

* 施肥法：1. 夏果堆肥於基肥時施用，開溝埋入畦中與土壤混合。
2. 冬果堆肥於基肥時施用，畦面淺耕與土壤混合即可，不可深耕傷及葡萄根系。

七、結語

上述施肥原則概述葡萄氮鉀肥每公頃參考流程或目前之施肥手冊均可為葡萄氮鉀肥推薦，但事實上並非簡單一或兩種施肥管理模式，就能適用於不同果園之立地土壤環境與氣候，不同農家之水源取得、農機設備與勞力成本的條件。因此，本施肥參考資訊庫，擬逐年搜集整理與重點展示各改良場所歷年肥培試驗與近年來新式肥培管理試驗之成果，包括推行合理化施肥試驗觀摩會講習會手冊講義，並詳列機關單位，執行作者以供農友請益諮詢。背景資料宜包括果園地點，單位面積目標產量，栽培方式，水分管理 (有無灌溉) 及有機質肥料施用管理，以提供各種情境(scenarios)，使農友依照不同果園之立地土壤環境，農家所具有資源的條件而參酌應採用。至於年總施肥量或單作施肥量之計算整理與前述土壤管理組圖資訊，乃為土壤肥料工作同仁輔導與推動合理化施肥業務時之運用工具與重要參考。

第十三章　茶 樹

茶園土壤品質及施肥推薦

茶業改良場　蘇彥碩　曹碧貴　蕭建興

茶樹 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) 在植物學上的分類，屬顯花植物門，雙子葉植物綱、離瓣花目、山茶科 (*Theaceae*) 山茶屬 (*Camellia*)，多年生常綠喬木或灌木型的植物，茶葉在中國有數千年的歷史，目前為世界上最受歡迎的飲料之一，經過自然變異或人工育種培育出不同特性的茶樹品種，廣泛的栽種在熱帶與亞熱帶各地，為全世界普遍的嗜好性飲料作物 (吳，1985)。茶樹品種依親緣、適製性、樹型與產期不同加以分類，一般依親緣可分為大葉種與小葉種兩種，依適製性又可分為不發酵茶、部份發酵茶、全發酵茶與後發酵茶等四種。目前臺灣栽植的常見茶樹品系有青心大方、青心烏龍、硬枝紅心、大葉烏龍、臺茶 1 號至臺茶 21 號等優良茶樹品種達 200 多餘種 (陳，1995)。依據行政院農業委員會農糧署統計資料臺灣茶園面積於 1959 年達到最高峰 48,442 公頃，目前 2015 年為 11,780 公頃，總產量為 14,405 公噸。

一、茶樹種植的條件

茶樹是亞熱帶常綠作物，適宜溫暖多濕，土壤呈酸性、肥沃及土層深厚的土地上生長。但其生長的好壞，產量的高低，品質的優劣，與各地區的氣候環境息息相關。氣溫為茶樹生育的重要因子，茶樹生長溫度以攝氏 20-25 度較為合適，一般小葉種茶樹的抗寒能力較佳，較適合高海拔地區栽種。雨量亦為茶樹栽培的重要條件，長期乾旱或年降雨量少於 1,500 公釐 (mm) 的地區，較不適合茶樹經濟栽培，年降雨量在 1,800-3,000 公釐且年中雨量分布較為均勻的地區，適合茶樹經濟栽培。茶樹栽培環境中相對濕度 75-80%左右，能提高茶葉品質，但有時因修剪及栽培管理不當，容易產生病蟲害。大葉種茶樹較不適合強風及容易霜害的地區。

適合茶樹的土壤最好是黏壤土、壤土或砂壤土，土壤表層有機質含量豐富，表土深厚，土壤 pH 值約在 4.5-5.5 之間，排水良好，保水力保肥力佳者。土壤 pH 值高於 6.0 及排水不良，土壤鈣含量過高，均不適合茶樹生長。

茶樹種植時期大約在每年的十一月到翌年的三月下旬，在氣候較冷涼及雨季的時候種植較為恰當，若氣溫升高或陽光過於強烈時，幼苗容易枯死，或受到病蟲害的影響。種植密度依大小葉種及種植目的調整，茶樹種植密度以行距 150-180 公分，株距 40-50 公分較為恰當，每公頃定植 12,000-14,000 株。大葉種種植行距及株距可較小葉種增加 10-20 公分。

(一) 茶樹常見品種

1. 青心烏龍:於民國七年選出，樹型橫張，葉形橢圓，幼芽略紫，葉色濃綠，質厚，生長勢較弱，易感染之枯病。製茶品質優異，適合製造包種茶，屬於晚生種。
2. 臺茶 12 號 (金萱)： 親本以臺農 8 號及硬枝紅心雜交，品系代號 2027，葉闊橢圓，

生長勢強，早生種，具牛奶香味，製茶品質優異，適合製造各式茶類。

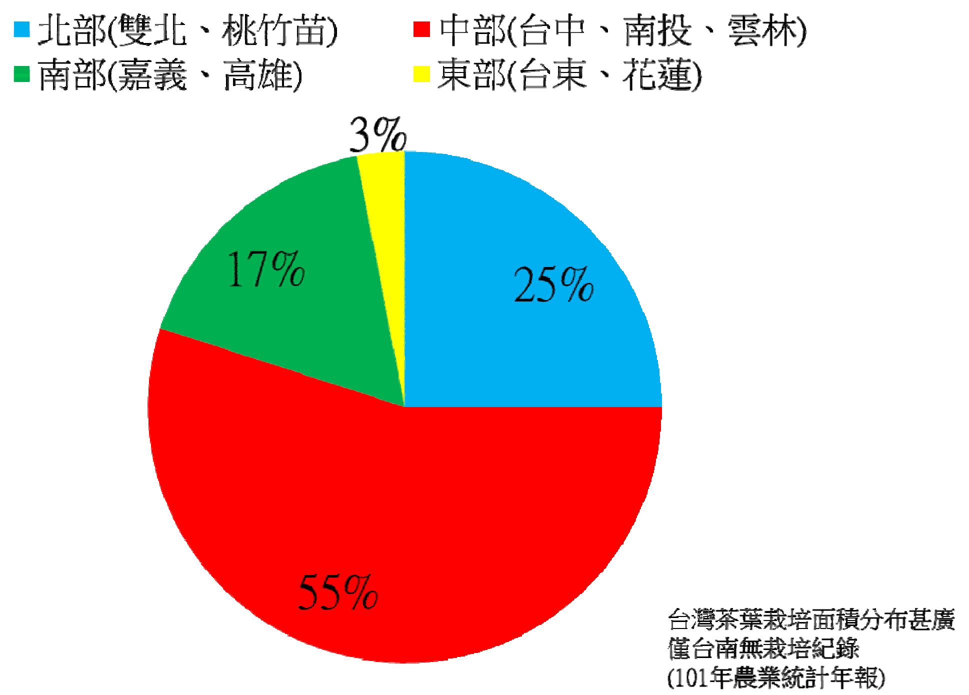
3. 青心大冇: 葉形長橢圓，幼芽略紫，葉色濃綠，葉質較硬，生長勢較強，較抗蟲病害。適製各式茶類，尤以被小綠葉蟬叮咬過後之茶菁製作之椪風茶風味最佳。
4. 四季春: 葉形成眼型，幼芽略紫，葉色較淺，葉質較硬，生長勢較強，抗蟲病害，種植於低海拔地區，一年最多可採七次。適製各式茶，為名間地區主要栽種品種。
5. 臺茶 7 號: 由大葉種 Shan 實生苗選出，高產量、高品質，抗病蟲害，適合機械採收，適製紅茶。中生種，少量栽培於南投魚池鄉。
6. 臺茶 8 號: 由印度引進之大葉種實生苗選出，葉成橢圓形，芽色淡綠，葉色較淺，喬木，生長勢強，抗蟲病害，適製紅茶。多於南投、花東等地區種植。
7. 臺茶 18 號: 台灣山茶與緬甸大葉種雜佳之後代，葉成橢圓形，無絨毛，芽色淺黃，葉色較淺，喬木，生長勢強，抗蟲病害，適製紅茶，具薄荷肉桂香味。多於南投、花東等地區種植。

(二) 品種間的產量差異

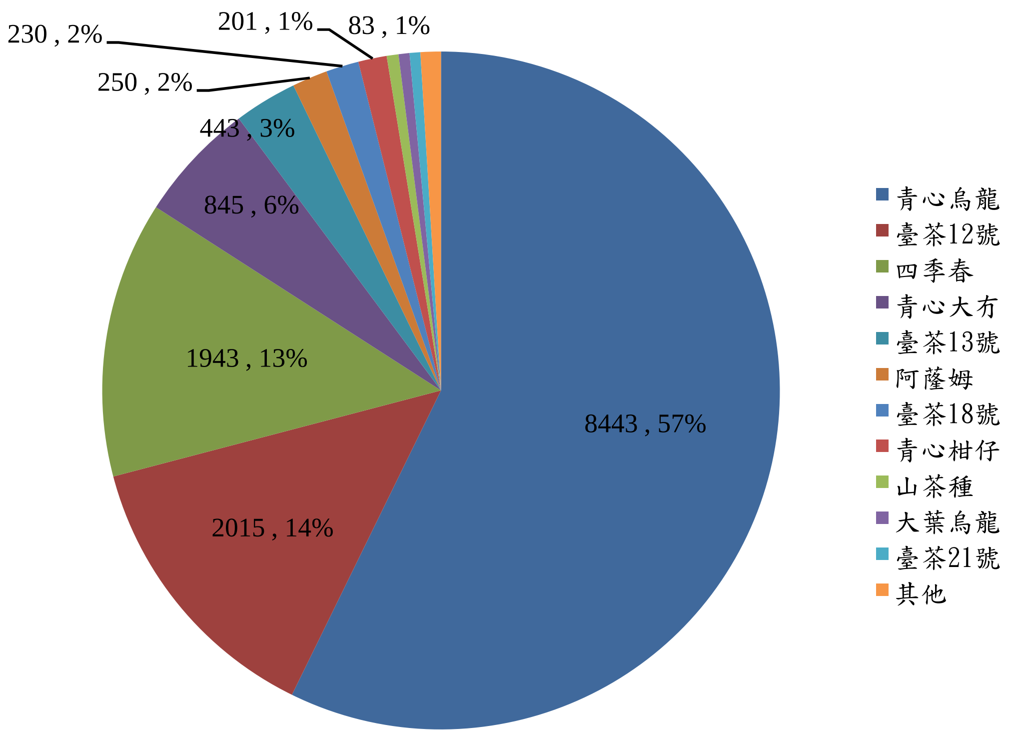
1. 大葉種 ： 約在 1,000-2,000 公斤/年/公頃左右。
2. 小葉種：(1) 低海拔手採茶園：約 400-900 公斤/年/公頃。
   (2) 低海拔機採茶園：約 1,200-5,000 公斤/年/公頃。
   (3) 高海拔手採茶園：約 1,000-2,400 公斤/年/公頃。

二、茶樹栽培面積

臺灣茶園面積民國 80-90 年大約維持 2- 2.4 萬公頃，之後栽培面積逐年下降，92-101 年栽培面積(民國 101 年農業統計年報)，由 19,310 公頃下降至 13,486 公頃，降幅 30.2 %；產量由 20,675 公噸下降至 14,902 公噸，降幅 27.9 %。民國 60 年以前臺灣茶園分佈以北部為主，台北縣 (10,109 公頃)、新竹縣 (10,545 公頃)、桃園縣 (6,917 公頃)、苗栗縣 (3,665 公頃) 此四縣占當時茶園栽培面積 91.4 %。隨著工商業發展，茶區逐漸向中南部擴展。依 101 年農業統計年報資料顯示，臺灣茶園面積分佈北部新竹 (含) 以北約佔 25 %、中部 (台中、南投、雲林) 約佔 55 %、南部 (嘉義、高雄) 約占 17 %及東部(台東、花蓮) 約佔 3 %。臺灣目前主要茶區以中南部為主，南投縣約佔栽培面積的一半 (49 %)，其次為嘉義縣 (16 %)，再其次為新北市 (12 %)，其他產茶縣市栽培面積比例僅介於 1- 4%之間。臺灣茶園早期大部分分佈在北部茶區，隨著工商業發展，茶園逐漸向中部地區擴展，民國 80 年之前茶葉以外銷佔較大部分，民國 80 年之後逐漸以內銷為主外銷為輔，民國 81 年進口茶葉量開始超越出口量。人均茶葉消費量民國 80 年 1.066 公斤，至民國 90 年增至 1.459 公斤。.



圖一、各縣市茶樹栽培面積比例



圖二、各主要品種茶樹栽培面積及比例

三、茶樹生理特性

茶樹為多年生的常綠作物，以採摘其嫩芽葉為主，茶樹根系分部可深達 1-2 公尺，為深根性作物。但茶樹根系不耐浸水、長期土壤水分過高及土壤通氣不良 (孔隙度過低) ，容易造成根系衰敗，故適合排水良好、肥沃且土層深厚之土壤，才能使根生生長良好，建立茶樹高產的基礎。茶樹與一般作物不同，適合生長於酸性土壤中，最適生長的土壤 pH 值為 4.0-5.5 之間。茶樹栽培分佈甚廣，臺灣僅台南無栽培記錄 (依民國 101 年農業統計年報)。每年抽稍約三至六次，主要受溫度及雨量影響，亦受品種、季節、剪枝、管理及海拔高度的影響。同一品種萌芽時間隨著海拔提高可能會有二至四週的差異，以台茶 12 號為例，春茶採後由修剪到採收平均約需 45-55 天，低海拔茶區時間可能僅需 38-48 天，高海拔地區需要 55-65 天。這在品種間亦有顯著的差異，青心烏龍茶較台茶 12 號產期晚一至二週。故應配合茶樹的生長狀況及製茶的目的擬定施肥管理及田間管理計畫。

四、合理化施肥原則

適合茶樹生長的土壤酸鹼 (pH) 值在 4.0-5.5 之間，在這酸鹼 (pH) 值之間土壤中所含有的微量要素有效性較高，在養分均衡的情況下，茶樹比較不會有微量要素的缺乏問題。氮、磷、鉀、鈣及鎂等較巨量要素的有效性在酸性土壤中較低，茶樹對這些要素需求量較大，而這些要素又無法由土壤中充分供給，加上茶農習慣使用單一種複合肥料，久施易造成土壤中某些養分過多、某些養分缺乏。植物生長受含量最少 (缺乏) 養分所限制，即使其他營養元素充足，茶樹的生長也會受最少 (缺乏) 要素所影響。當施肥補充土壤中缺乏的養分要素，茶樹產量會隨所補充的要素含量上升而漸漸上升，當土壤中該要素達到一定量時茶樹的產量便不再上升，此時再施用肥料也不會再增加產量，甚至可能會造成減產或土壤的劣化。

可以經由土壤檢測瞭解土壤狀態，配合茶樹的生長週期以及茶園土壤性質將養分調整到茶樹該階段所需狀態，加上有機質肥料施用、茶園兼作綠肥、化肥少量多施及中耕覆土等相關管理措施，使茶樹在生長週期中所需的養分有效率被吸收利用，不浪費肥料亦可保護土壤不被過度使用或污染，使土壤可永續利用。

茶樹營養診斷，主要方法有三：(1) 目測診斷、(2) 植體化學分析、(3)土壤農化診斷。一般最常用且最經濟的方法為目測診斷，近幾十年來農業科技進步，若能將以上三種方法併用，進行綜合分析和判斷，是茶園合理化施肥之基礎。

五、合理化施肥評估程序

基本資料建立:
農地基本資料、肥培管理記錄、栽種茶樹品種、樹齡等。

↓

田間診斷:
以目視方式觀察土壤及葉片是否有不正常之現象。

↓

樣品採集及分析:
採集土壤及葉片樣品分析，評估是否有養份過量或缺失的問題。

↓

茶園肥培管理計畫:
依分析結果訂定肥培管理計劃，將不均衡之養分依茶樹生長所需，補充或減量。

六、 茶樹養分管理必需的要素及及其生理功能

茶樹在個體發育過程中，除種子萌發的初期由子葉供給所需的養分外，在其生長過程中就需要許多營養要素以建構植體與進行各項生理活動。隨著樹齡的擴大所需的營養物質也迅速增加，例如一年生的幼苗平均每株的需氮量依施肥手冊推薦用量計算約為 1,500-2,000 毫克，二三年生時則增加至 8,000 毫克。至成木後因採摘時期、年齡、季節和管理技術的不同就會造成茶樹對營養要素的吸收和分配，影響茶樹各種化學物質。例如胺基酸、咖啡因及多元酚類等的含量，亦造就茶葉的各種風味，故瞭解各種要素於茶樹中之功用及其合適的含量為合理化施肥的第一步。

茶樹所需之營養要素

茶樹所需的大量要素，是形成植物本身結構或新陳代謝中所必須的構成分子，如碳、氫、氧、氮、磷、鉀、鈣、鎂及硫。而微量元素則多是做為酵素系統中的重要成分，如鐵、銅、鋅及錳等為某些酵素之輔成基，參與著各種的生化反應，所需量相當少但卻不可或缺的。這些成分在土壤中都有，除茶樹所需之大量要素於土壤中消耗較多需施肥補充外，其餘微量要素在酸性土壤的溶解度或有效性雖然較高不須特別補充，但強酸性強風化強淋洗狀況下，微量要素的含量低，亦有可能造成缺失。另外，鋁及氟對茶樹生長雖不必要但有特別之益處，稱之為有益元素。

1. 氮營養

茶園土壤氮的含量常受土壤肥力、氣候條件耕作及施肥技術影響。茶樹除硝酸

態氮及銨態氮均能良好吸收外亦可利用一些簡單的胺基酸做為氮源，硝酸態氮帶負電較易於土壤中流失，銨態氮帶正電，易吸附於土壤當中。研究指出，施用銨態氮之茶樹生育情況較佳，故在選擇肥料時可選擇銨態氮含量較高的肥料 (錏磷基)，或施用豆粕類之有機質肥料。氮於全株中約佔乾物重的 15-25 g/kg，在葉子中約佔 30-60 g/kg，嫩葉中約佔 40-50 g/kg，故茶樹為高需氮作物，若依此比例計算，一塊高產的手採茶園若每年每公頃產出 3,000 公斤茶乾，就從土壤中移出 120 公斤的氮肥，又依肥料利用效率 30 % 計算，每年需補充 360 公斤之氮肥。以氮含量 20 % 之 1 號複肥換算則需 1,800 公斤 (45 包)，若為機剪茶園則需更高量的氮肥補充。

含氮化合物中最主要的為蛋白質，構成體質、酵素及各種化學物質，構成茶葉鮮味的胺基酸，光合作用所必需的葉綠素，促進茶樹體內各種重要生理作用的各種酵素等。含氮成分中胺基酸和咖啡因是茶品質最重要的成分，由根部合成之茶胺酸則為茶樹特有之胺基酸，其餘如甘胺酸、丙胺酸及絲胺酸等均有鮮爽甘甜之滋味，而咖啡因則為苦味之來源。氮不足時，由於蛋白質、葉綠素及催化各項生理反應之酵素受阻，葉綠素含量下降，葉色呈現淡綠近黃，芽茶較小，分枝弱，光合作用效率低，樹勢衰弱，老葉逐漸凋落。一般認為茶樹嫩葉含氮在 30 g/kg 以下可認為缺氮。而施用過量之氮易造成葉色濃綠，游離胺基酸過多，引來病蟲害，造成養分不均樹勢衰弱。

2. 磷的營養

茶園酸性土壤中較易出現磷含量缺乏之問題，酸性土壤中鐵及鋁活性較高，易與磷結合為不溶態之磷酸鐵鹽及鋁鹽沉澱，此現象於高度風化之紅壤中尤其嚴重。但近年因複合肥料的大量使用，固定之氮磷鉀比例，易造成磷鉀施用過多之現象，此現象於高山茶區更常出現，故應定期做土壤檢測，瞭解土壤中各項營養元素之合適含量。茶樹中的磷主要扮演能量傳遞 (ATP) 及構成遺傳物質等角色，與光合作用、呼吸作用、種子形成及生長發育有關，磷於植體中易移動，通常向代謝旺盛的新生組織集中。

磷對茶樹的品質重要，茶葉中香氣化學成分目前分析約三百多種，包括脂肪族、芳香族、類黃酮、類黃烷類及含氮類之揮發物質之合成均需磷的參與。磷亦促進碳水化合物的生合成，特別是多酚類及可溶分的含量，對茶湯之滋味及香味有良好的影響。茶樹缺磷，莖葉生長遲緩，葉短小暗黃，有的甚至會出現紫色，提早落葉，根系生長不良，根毛量少，呈現紅褐色。磷過多則易促進茶樹開花結果，進入生殖生長。

3. 鉀的營養

鉀與氮、磷不同，非直接構成茶樹有機物，而以離子型態存在於茶樹細胞中，由於鉀是一種酶的活化劑，可透過生物膜，因而在植物生長和代謝中承擔著重要的作用。亦於新生組織處較多，茶樹全株含鉀量約 6-10 g/kg，於嫩葉中約含 20-30 g/kg，含量僅次於氮，故茶園除施用氮亦需適量補充鉀。鉀能提高光合作用中許多酶的活性促進碳水化合物的合成，增進茶葉中醣類及多元酚類的含量，提供氮同化所需之骨架提高植物對氮的吸收和利用，提高紅茶滋味及其活性。鉀能促進植物用水效率，控制水於植體內之蒸散作用，增强作物的抗逆性（如乾旱、低溫、鹽鹼、病害）。缺鉀時，抗性變差，葉色變黃，葉緣枯焦，生長較慢，葉子成捲曲或皺縮狀。

4. 鈣與鎂的營養

鈣多以草酸鈣結晶型態存在於細胞中，可促進醣類轉化有利碳水化合物的代謝及蛋白質的轉運。能與鉀離子配合使細胞的充水度、黏性、彈性以及滲透性等均適合於植物正常生長，多半於根部及老葉含量較多。茶樹為嫌鈣作物，土壤中鈣含量過高，會影響土壤酸鹼值，進而影響茶樹生長，一般來說建議不要高於 800mg/kg。但若土壤酸鹼度過低，適量的鈣可減低氫、鐵及鋁離子對茶樹之傷害。而鎂是茶樹葉中葉綠素的組成分，參與光合作用及能量轉換之過程，促進呼吸作用及磷的吸收，有助提高茶葉品質。鈣與鎂在茶樹中之需求量較少，不易出現缺乏症狀，除非是其他養分施用過量，造成彼此間拮抗作用，導致吸收不良而產生病徵。鈣缺乏時，病徵於新葉產生，植株矮小，組織變軟，葉子變形或失綠，葉片邊緣出現壞死斑點，但老葉仍保持綠色。鎂缺乏時老葉會出現葉脈間黃化之現象，嚴重時整葉黃化，略施苦土石灰或噴施硫酸鎂溶液即可恢復。

5. 微量要素

微量要素為酵素的組成分或催化劑，對植物的生理代謝、發育及各種物質的合成與運輸等生理過程均需要其參與。一般於茶園酸性土壤中，微量元素的活性均相當高，不至缺乏，但強酸性強風化強淋洗狀況下，微量要素的含量低依然有缺乏之可能。例如土壤已嚴重過酸，降到 pH 4 以下，或是有機質含量過低，亦會造成微量要素之缺乏。茶樹所需的微量要素包括鐵、錳、銅、鋅、硼、鉬、氯及鋁，較需注意的是強烈酸性的土壤鉬及鋅的活性很低，且微量要素之間會彼此拮抗，易造成吸收不均衡之狀況。缺乏現象產生多半是綜合性的徵候，不易判斷，僅能依葉片分析做斷定，缺乏時可用葉片施肥或施用有機質肥料補充即可。

七、土壤與葉片採樣方法

土壤與葉片採樣正確與否，影響分析結果與推薦施肥管理之準確性，因此，採樣方法重要。以下簡要介紹正確的採樣方法：

(一)土壤採樣方法

1. 工具：鋤頭、移植鏝、塑膠袋、簽字筆。
2. 時間：每季茶菁採收後，施肥前採樣。
3. 位置：平地茶園在兩茶行間採取，坡地茶園則距茶樹主幹 40 公分處採取。不要在田埂邊緣及放置堆肥、廄肥與廢棄物等特殊位置處採樣。
4. 方法：依上述位置，除去表土上殘留之枯枝落葉與肥料，用鋤頭將土層掘成 U 形，深約 40 公分，其中 0 - 20 公分為表土，20 - 40 公分為底土，以移植鏝將表土與底土各取約 1.5 公分厚土片，每公頃茶園採樣至少應有 5 至 10 個平均分布取樣，總重約 500 公克，放入塑膠袋內用橡皮筋綁緊，裝入紙盒，連同該茶園施肥管理有關資料表，寄送至茶改場分析。

(二)葉片採樣

1. 時間：每季茶菁採收前。
2. 部位：茶芽達一心五葉時，取一心三葉。

3. 方法：一分地茶園為採樣區，隨機採集 30 個，注意園中生長分布平均度。
4. 裝袋與寄送：樣本裝入塑膠袋綁緊，放入紙盒中，連同資料表寄送至茶改場分析

(三)注意事項：

1. 所採葉片應無機械損傷或病蟲為害，若有黃化或其他徵狀者，應分別採樣，並在資料表上註明發生可能原因。
2. 不同茶樹品種不同地點應分別採樣。

八、 茶園常見土壤問題

(一)土壤酸化

土壤酸化會造成養分不均 (磷固定、鉀、鈣及鎂流失、鐵、鋁及錳含量高)，樹勢衰弱，生物多樣性減少等現象。民國 101 年檢測報告中，茶農的茶園土壤 pH 低於 4.0 的約佔 64 %，4.0-5.0 約佔 26 %，5.0-5.5 的約佔 9 %，高於 5.5 的約佔 1 %，可見茶園土壤酸化嚴重，主要多見於高山茶區，可能與大量施用化學肥料及豆粕類肥料作為氮源有關。在民國 100 年的試驗中，以不同粕類作為處理 (180 kg/ha/y)，試驗結束後土壤 pH 值平均降幅達 0.2，而化學肥料因調製的成分不同，易在土壤中造成生理或化學的產酸反應。

土壤酸化可藉由減低施肥用量及施肥方式，例如少量多施、草生栽培、施後覆土及合理施肥以提升肥料利用率。亦可施用苦土石灰、蚵殼粉、草木灰及粗纖維的堆肥等改良資材，提升土壤 pH 值，施用此些資材效果較為緩慢，每年施用苦土石灰 2 噸/公頃，連續三年，約可增加土壤 pH 值 0.6，但此施用量亦會造成茶葉減產 (張和陳，1999)。故仍應定期檢測土壤、調整施肥用量及施用改良資材。

表一、茶園土壤 pH 值分析結果

年度	101	102	103
土壤 pH 4.0 以下 (%)	58	61	65
土壤 pH 4.0-5.0 (%)	26	30	26
土壤 pH 5.0 以上 (%)	16	9	9

*結果以占所有件數的百分比表示

(二) 有機質

有機質能提供植物生長及土壤微生物所需之養分，分解時所釋出的有機酸能促進礦物溶解而釋出養分，同時促進土壤團粒化而改善土壤構造，分解到最後所產生的腐植酸其官能基能吸附陽離子，提高土壤陽離子交換容量，而本身蓬鬆多孔隙的特性能增加土壤保水能力，深色的特性能促進土壤吸收熱能並提高土溫。

一般在低海拔的地區，有機質分解的速度大於積累的速率，約維持在 30 g/kg 左右，而在高海拔地區，有機質積累的速度大於分解的速度，一般在 100 g/kg 以上，甚至有高達 250 g/kg 以上。若有機質不足，可於冬季施用粗纖維的有機質，例如蔗渣及樹皮堆肥並深耕入土或於茶園行間草生栽培、以植物殘體 (稻草、芒草等) 作為覆蓋。

(三) 磷

磷肥可增進茶葉品質，增進茶葉滋味，在酸性土壤中有效性甚低，極易與鐵鋁結合為不溶性之磷酸鐵鋁，茶價較低的茶區，因採較粗放的管理，其有效性磷含量均較低，一般在 15 - 50 mg/kg 左右，而在茶價較高的茶區，因細心照顧且資金足夠，均會施用較高量的肥料。

目前施用單質肥料 (僅提供單一種養分) 的茶農非常少，均施用氮磷鉀固定比例的複合肥料，而茶葉中氮含量約為 50 g/kg，磷含量 10 g/kg，鉀含量 20 g/kg，故每年從土壤中移除的比例約為 5 : 1 : 2，現今氮肥比例含量最高的複合肥料為 142 號複肥，其比例為 23 : 6 : 10，氮和鉀的比例接近植體中含量的比例，但磷肥的比例偏高，且所施用複合肥料種類繁多，磷鉀比例均偏高，在長久施用下，造成磷肥的高量累積。在高山茶區 Bray-1 磷含量多為 150-1,200 mg/kg，易造成養分吸收不均衡或促進茶樹開花結子。土壤中有效磷含量不足可以增施，但過量則不易將其由土壤中移除，除改變施肥種類外，尚無較理想的方法。

表二、茶園土壤有效磷含量分析結果

年度	101	102	103
土壤有效磷含量不足 (%)	12	21	16
土壤有效磷含量適中 (%)	48	43	43
土壤有效磷含量過量 (%)	40	36	41

*結果以占所有件數的百分比表示

(四) 鉀

鉀亦可增進茶葉品質及病蟲害抗性，提高茶葉香氣，在酸性土壤中容易被淋洗，在施肥量較少的茶區易出現土壤中有效性鉀含量較少的情況，硫酸鉀因未列入補助，故價格較高 (1,000 元/包) 且取得不易，通常可施用草木灰或 4 號複肥 (11-5.5-22)。施肥量高的茶區同樣有過量的情形，交換性鉀於 250 - 1,000 mg/kg 左右。鉀含量過高易造成其他要素的吸收困難，進而造成養分不均甚至缺乏的狀態。

表三、茶園土壤有效鉀含量分析結果

年度	101	102	103
土壤有效鉀含量不足 (%)	10	16	7
土壤有效鉀含量適中 (%)	73	80	81
土壤有效鉀含量過量 (%)	17	4	12

*結果以占所有件數的百分比表示

(五) 鈣及鎂

土壤中交換性鈣含量超過 800 mg/kg 就會使茶樹根系生長受阻，超過 1,600 mg/kg 會使生長衰弱。在盆栽試驗中，養液中鈣含量達 300 mg/L 時會使葉綠素含量及氣孔導度下降、光合作用、光轉化速率降低，節間距、葉面積及展葉數均減少 (王等，2010)。在低海拔茶園鈣含量均在正常範圍甚至有缺乏的現象產生，但在高山茶園交換性鈣含量偏高的現象亦常見，但茶園 pH 值仍偏低，其鈣可能是來自豆粕類肥料或加入石灰

調整 pH 值的不良堆肥。鈣進入土中後移動性小，要降低其含量亦須長久的時間。鎂在茶葉中含量約 2- 4 g/kg，是形成葉綠素的重要元素，需求量較少，但亦與其他元素發生拮抗作用，而產生缺乏的現象，缺乏時由老葉開始出現葉脈間黃化。

表四、茶園土壤有效鈣含量分析結果

年度	101	102	103
土壤有效鈣含量不足 (%)	23	31	29
土壤有效鈣含量適中 (%)	48	43	51
土壤有效鈣含量過量 (%)	29	26	20

*結果以佔所有件數的百分比表示

表五、茶園土壤有效鎂含量分析結果

年度	101	102	103
土壤有效鎂含量不足 (%)	48	55	51
土壤有效鎂含量適中 (%)	51	44	46
土壤有效鎂含量過量 (%)	1	1	3

*結果以佔所有件數的百分比表示

九、 茶樹養分管理

在茶樹在栽培過程中，由於採摘製茶，大量的移除葉片，茶樹在重新生長時會大量的吸收土壤中的養分，使土壤中養分逐漸減少，因此，若要提高茶葉產量及品質，施肥的管理極重要。

茶樹施肥管理需配合茶樹生育及生理特性，在適當的時間配合茶樹品種及其所缺乏之要素補充適當的量，也就是合理化施肥，才能達到少肥高效，生產量高質優的成茶。營養的吸收主要是靠新生的根，一般而言，茶樹的根系生長多於春茶萌芽前、春茶採摘後、夏茶採摘後及秋茶採摘後較為旺盛，與新梢的生長交錯進行，但每次生長的時間與周期與茶樹樹體儲存的營養狀態有關。

高峰期新根數量多，吸收面積大，若能在此時期補充所欠缺的營養要素，就能得到較高的肥料利用效率，明顯的促進芽葉的生長。多年生的茶樹，全年吸取的養分不僅供應當年生長消耗，亦有相當部分的養分儲存供應次年使用，因此，足量且均衡的養分是培養茶樹強健樹勢的首要關鍵。

茶樹需氮量較高為磷鉀的二至四倍，故在化肥的選擇上，盡量選擇高氮低磷鉀比例之肥料，於冬季時多補充有機質肥料，使土壤休息養生。

十、施肥推薦用量

近一二十年經各試驗改良場所的研究及推廣，農友施肥習慣已漸漸改善，已瞭解少量多施的好處，補充有機質的重要性，減少化學肥料的施用。但因肥料價廉，許多

農民仍存在肥料多施有助於產量的提升的概念，尤其在茶價愈高的地區，肥料的使用量愈多，普遍仍有超量施肥的現象，造成土壤的負擔及養分不均衡等的負面效應。正確施用三要素肥料，滿足茶樹正常生長所需營養，是獲得高產、優質茶葉之重要因素，合理施肥量應依據茶樹的實際生長狀況及產量酌量調整，若能配合植體或土壤分析，則能更準確計算合理施肥量。土壤分析工作最好能於春季施肥前完成，才能擬定年度的肥培管理計畫，適地適作，適質適量才能收事半功倍之效。因環境及管理方式的不同，有時茶樹看似正常，但土壤分析報告各項養分含量數值已與參考值有偏差，也不用太擔心，只需稍微調整肥培管理計畫即可，最重要的是農友的心態及觀念的調整。

新墾茶園若未開深溝埋基肥覆土後再植茶，而是整地後便直接種茶，種植初期不用急著施肥，等茶苗生長半年左右，再視幼苗生長狀況薄施少量肥料即可，施肥切忌將肥料太靠近植株，否則易引起肥傷，嚴重者可能會造成幼木死亡。

成木茶園依實際產量及樹勢調整施肥用量，茶樹為葉用作物，氮肥為影響產量的主要因子，茶芽葉氮含量約於 40 - 60 g/kg 之間，一年採收三至六次，產量受品種、溫度、管理方式及採摘標準影響很大，一體適用的施肥用量較不合宜，僅能以較常見之產量及合適之推薦用量提供參考。實際施用量仍需依品種、所在環境及管理方式調整。推估茶園施肥量，以茶芽葉平均氮含量 40 g/kg 計算，並考量氮肥利用率，推估合理施肥量。

以每年每公頃 1,000 公斤茶乾的茶園為例做說明：

採收 1000 公斤/公頃茶乾應補充多少氮肥?

- 茶芽葉含氮量約 40 g/kg
- 1,000 × 4/100 = 40 公斤 (應補充的氮肥要素量)
- 氮肥利用效率假設為 30 %，則應投入 40 ÷ (30/100) = 120 公斤的氮
- 假設施用 1 號複合肥料 (20-5-10) 應補充多少肥料量
- 120 ÷ (20/100) = 600 公斤 (1 號複合肥料)
- 換算成包數 600 ÷ 40=15 包

計算出基礎施用量後，再依土壤養分分析報告、茶樹生長勢、有機質肥料施用量、栽培管理模式等調整施肥用量，才能更確合實際需要。其餘磷及鉀亦可用此方式推估，茶芽葉磷的含量約為 5 g/kg，鉀的含量約為 1 0 g/kg。長期施用複合肥料，容易造成土壤磷鉀的累積，可利用單質肥料，例如硫酸銨、尿素、硫酸鉀、過磷酸鈣等，補充茶樹所欠缺之養分。

氮肥利用效率會隨著土壤 pH 值下降 (土壤變酸) 而變低，所以 pH 值越低，茶樹利用到的肥料就越少。惟不能因為如此就不斷地提高施肥量，過量的施肥會使土壤酸化，如此就會進入惡性循環，施肥越多，土壤越酸，肥料利用效率越差，茶樹生長不佳，又會施用更多肥料。所以應該要施用土壤改良資材，提升土壤 pH 值，改善肥料利用效率。

表六、合理化施肥示範點施肥相關資料統計

	平均氮肥施用量 kg/ha	最高氮肥施肥量 kg/ha	最低氮肥施肥量 kg/ha	標準偏差	平均產量 kg/ha	最高產量 kg/ha	最低產量 kg/ha	樣本數
新北市	552.6	736	400	133.8	678.3	800	600	6
桃園縣	217.7	324	120	102.3	1345.0	1800	1035	3
新竹縣	308.7	416	200	108.0	470.0	500	430	3
雲林縣	413.0	426	400	18.4	1000.0	1100	900	2
台中市	255.0	310	200	77.8	1000.0	1200	800	2
南投縣	501.2	1610	125	391.9	2184.2	5013	480	17
嘉義縣	1000.8	1345	428	363.0	3256.6	4818	2243	5
宜蘭縣	420.0	800	180	292.6	1250.0	1800	700	4
花蓮縣	238.0	330	96	124.8	980.0	1686	441	3
台東縣	284.4	432	60	170.1	574.2	798	145	5
總計	471.4	1610	60	341.2	1554.8	1951.5	777.4	50

上表為民國 98-102 年合理化施肥計畫所建立的示範農戶肥料慣行施用量，就氮肥施用量比較，平均值較本場往年氮肥推薦用量高 71.4 公斤，但平均產量卻未達 2,000 公斤。因採摘方式不同也會造成投入相同氮量所產出之茶乾產量不同，但以投入氮與產量比較，高海拔地區的手採茶區，投入一公斤的氮，約可產出三公斤的茶乾，而同為手採茶區，例如新竹縣，投入一公斤的氮，僅能產出 1.5 公斤的茶乾，故在估算施肥推薦用量時應考量環境因素，高海拔地區可增加其推薦用量。在部分茶區，例如新北市、新竹市，在總施肥量投入均高於產出，表示以施入過量的磷鉀，而茶葉得磷鉀肥需要相對較氮肥少，尤其是磷肥，在本場民國 103 年春季的試驗中，以每年每公頃 0、50 及 100 公斤之磷酐推薦用量處理，不論在土壤磷含量為過量或適中的茶園，茶乾中的磷含量均無顯著差異，表示目前磷酐的推薦用量應可再減少。

以上述施肥用量公式與表六數據比較，酸性土壤的氮肥利用效率應約為 1/5-1/6 左右，故在推薦施肥用量時，合適的土壤 pH 值也應詳述，且若施肥效率低時，應可先施用土壤改良資材提高土壤 pH 值，而不是增加施肥量。

十一、 結語

合理化施肥是為瞭解目前農地的土壤狀態，進而擬定施肥與耕作管理計畫，以達到精準施肥的目標。以茶園管理而言，施肥量應依據產量高低調整最適施肥量，產量受下列諸多因素影響：品種、環境、茶園管理方式、樹勢強弱、採摘標準等，故無法推薦一體適用的施肥量供參考，但可就自家茶園狀況及土壤肥力檢測報告擬訂一套合式的肥培管理計畫。肥料的施用應因地制宜，盲目使用複合肥料，可能造成養分不均或過多的狀況，過多養分的施用不但容易造成拮抗作用使茶樹吸收不良，亦易造成環境的污染。依土壤肥力狀態，補充缺乏的養分，減少過多養分的施用，使茶樹隨著生長週期獲得所需的養分，除能提高產量，亦減少過量的肥料施用，有效降低成本、節省資源，符合永續經營的基本精神。

附錄：

表一、茶園適宜施肥量表（單位：公斤/公頃/年）

		幼木（年）				成木（年）				
		1	2	3	4	5	6	7	8	表土有效養分範圍
氮（N）	多量	90	150	240	300	360	360	400	450	有機質含量小於20 g/kg
	中量	70	120	200	260	320	320	360	400	有機質含量20-40 g/kg
	少量	50	100	160	240	300	300	320	360	有機質含量大於40 g/kg
磷酐（P_2O_5）	多量	40	80	100	100	120	120	160	160	有效性磷小於5 mg/kg
	中量	30	60	80	80	100	100	120	120	有效性磷5-10 mg/kg
	少量	20	40	60	60	80	80	100	100	有效性磷大於10 mg/kg
氯化鉀（K_2O）	多量	40	80	100	120	160	160	160	160	交換性鉀小於100 mg/kg
	中量	40	70	80	100	120	120	120	140	交換性鉀100-200 mg/kg
	少量	30	60	70	80	100	100	100	120	交換性鉀大於200 mg/kg

註: (1) 八年生以上成木茶菁產量每年每公頃達一萬公斤以上者，每年可施用 1 號複肥(20-5-10) 2,000-2,300 公斤，或 42 號複肥(22-5-6) 1,750-2,000 公斤。台刈茶樹施肥量第四年幼木用量施用。

(2) 配合施用有機質肥料的時，以有機質肥料施用量所含之氮，換算減少化學肥料氮使用量。

表二、茶園土壤表土肥力診斷基準

	極缺乏	缺乏	適中	豐富	過多
有機質(g/kg)	10 以下	10-2.0	21-30	30 以上	
磷 P (mg/kg)	10 以下	11-20	21-100	101-300	300 以上
鉀 K (mg/kg)	100 以下	100-200	201-500	501-800	800 以上
鈣 Ca (mg/kg)	100 以下	100-200	201-400	401-800	800 以上
鎂 Mg (mg/kg)	20 以下	20-50	51-100	101-200	200 以上
pH 值	強酸 4.0 以下	適中 4.0-5.5	尚可 5.6-6.5	過高 6.5 以上	

表三、茶園土壤底土肥力診斷基準

	極缺乏	缺乏	適中	豐富	過多
有機質(g/kg)	8 以下	8-16	17-30	30 以上	
磷 P (mg/kg)	5 以下	5-15	16-100	101-200	300 以上
鉀 K (mg/kg)	50 以下	50-100	101-300	301-500	800 以上
鈣 Ca (mg/kg)	50 以下	50-100	101-250	251-500	800 以上
鎂 Mg (mg/kg)	10 以下	10-25	26-80	81-150	200 以上
pH 值	強酸 4.0 以下	適中 4.0-5.5	尚可 5.6-6.5	過高 6.5 以上	

表四、茶樹葉片元素含量適宜範圍

元　素	含量適宜範圍 （乾重 g/kg）	元　素	含量適宜範圍 （mg/kg）
氮 N	40-60	鐵 Fe	90-150
磷 P	2.5-4	錳 Mn	300-800
鉀 K	15-21	銅 Cu	8-15
鈣 Ca	2.5-5.5	鋅 Zn	20-40
鎂 Mg	1.5-3.0	鋁 Al	400-900

書　　名：作物土壤管理與施肥技術-果樹與茶作篇
編　　輯：黃維廷、陳柱中
總 編 輯：黃維廷、李艷琪、郭鴻裕
審　　查：鍾仁賜、陳仁炫
作　　者：黃瑞彰、黃維廷、陳柱中、莊浚釗、潘佳辰、倪禮豐、徐仲禹、劉啟祥、黃文益、李艷琪、官青杉、郭鴻裕、林永鴻、張耀聰、蔣世超、張春梅、林佳宏、張繼中、曾宥綋、張雅菁、陳鴻堂、蘇博信、賴文龍、吳添益、蔡正賢、蘇彥碩、曹碧貴、蕭建興
出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所
地址：台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號
No.189. Zhongzheng RD., Wufeng Dist., Taichung City 41362, Taiwan (R.O.C)
電話：(04) 23302301　　傳真：(04) 23338162
網　　址：http://www.tari.gov.tw
特刊編號： 221
出版品編號：2019 年 007 號
美編設計：峰林實業有限公司
出版年月：中華民國 108 年 11 月初版
定　　價：非賣品
系 統 號：204094
GPN：4710801981
ISBN(PDF)：9789865440282
展 售 處：GPK 政府出版品知識庫 http://www.govbooks.com.tw/GPK

電子書設計製作：
設計製作：行政院農業委員會農業試驗所
地址：台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號
電話：(04) 23302301
電子郵件：yclee@tari.gov.tw

電子書播放資訊
作業系統：Window, Mac
檔案格式：Adobe PDF
檔案內容：2D
播放軟體：PDF Reader
使用載具：PC